

СЕКЦИЯ 1. «ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И АВТОМАТИЗАЦИЯ»

ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИНТЕГРАЦИИ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОННЫХ ПЛАТЕЖЕЙ В КОРПОРАТИВНЫЕ WEB-РЕСУРСЫ

Д. Н. Лясин, С. Г. Саньков, А. И. Тыртышный.

Волжский политехнический институт (филиал)

Волгоградского государственного технического университета, Волжский, www.volpi.ru

Использование электронных платежей для взаиморасчетов за услуги и товары стало сегодня стандартом для систем самого разного уровня (B2B, B2C, B2G). Основные достоинства, привлекающие как продавцов, так и покупателей к такой форме: быстрота процесса оплаты, разнообразие предоставляемых платежными сервисами форм оплаты (платежные терминалы, интернет-сервисы, мобильные приложения), возможность исключения человеческого фактора из процедуры оплаты за счет использования средств программной автоматизации, использование криптографии и ЭЦП для гарантии безопасности платежей.

Платежные системы делятся на дебетовые (работающие с электронной наличностью — российские: WebMoney, «Яндекс.Деньги», QIWI, американские: PayPal и e-gold) и кредитные (работающие с кредитными картами — транснациональные: Visa, MasterCard, American Express, российская «Рапида», e-port).

«Электронная наличность» — инструмент, имитирующий работу с наличными деньгами в сети Интернет. Вместо реальных денег в дебетовой платежной системе используются файлы, заверенные электронной подписью системы-эмитента. Покупатель предварительно перечисляет некоторую сумму на свой виртуальный счет на банковских счетах владельца системы. После этого покупатель может приобретать товары и пользоваться услугами продавцов, имеющих свой виртуальный счет в платежной системе. Деньги с виртуального счета продавец может перечислять на свой банковский счет, переводя, таким образом, оплату в область реальных денег.

Современные платежные системы предоставляют развитые интернет-сервисы с защищенными и удобными протоколами, что позволяет легко встроить систему электронных платежей для клиентов на корпоративный сайт компании. Вычислительный центр ВПИ (филиал) ВолгГТУ реализовал подсистему поддержки электронных платежей на базе платежной системы QIWI для МУП «Водоканал».

Рассмотрим общие принципы интеграции платёжных систем в корпоративную инфраструктуру на примере платёжной системы QIWI. Для практической реализации возможности совершения электронной оплаты услуг в организации-провайдере услуг может использоваться API платёжной системы QIWI (ЗАО «Объединённая система моментальных платежей»), использующей в основе взаимодействия протокол ОСМП.

Протокол ОСМП предоставляет две базовые функции:

- проверка на возможность проведения платежа;
- пополнение баланса платёжного номера.

В каждом из этих двух видов запроса не предусмотрена передача дополнительных данных в ответе сервера поставщика услуг.

Интеграция биллинговой системы провайдера услуг с системой QIWI осуществляется посредством компонентов, представленных на схеме архитектуры, изображённой в упрощённом виде на рисунке 1.

Приём платежей ведётся через терминалы системы ОСМП, либо посредством web-интерфейса, тонких клиентов и прочих совместимых устройств (POS-терминалы, АБГ-шлюзы и специализированное ПО). Группа серверов Orion обеспечивает процессинг платёжных операций.

Для взаимодействия с биллинговой системой сервисного провайдера сервер Orion направляет ей GET-запрос по протоколу HTTP по фиксированному адресу, вызывая обработчик с параметрами, определяющими тип и данные выполняемой операции.

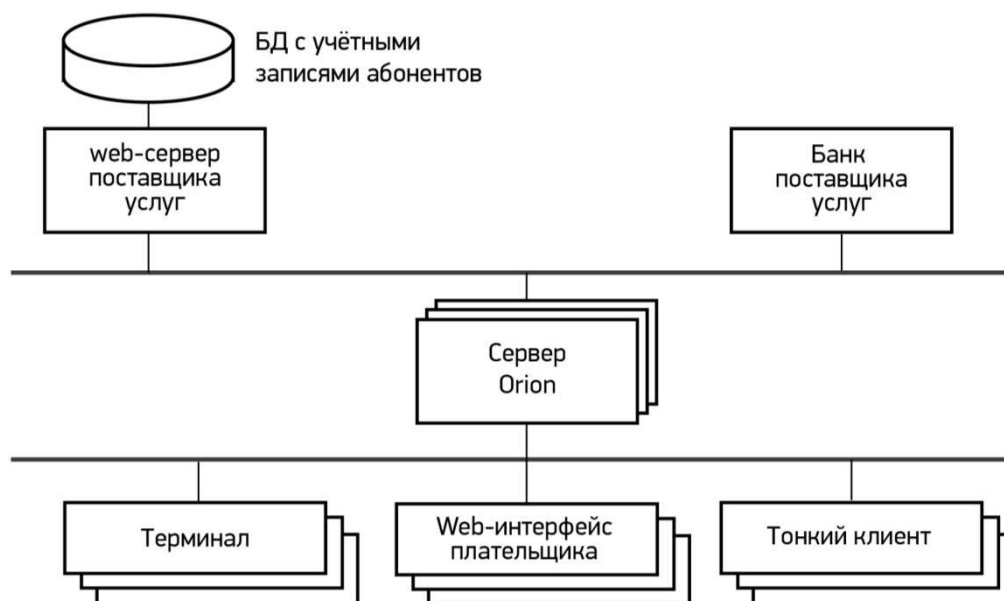


Рисунок 1 — Упрощённая схема архитектуры интегрированной системы приёма электронных платежей

Тип задаётся параметром `command`, который может принимать один из двух значений, соответствующих поддерживаемым системой функциям: `check` и `pay`.

Таким образом, GET-запрос принимает вид:

`http://provider.ru/handler.php?command=check&txn_id=x&txn_date=YYYYMMDDhhmmss&account=y&sum=z.k`

Параметры `txn_id` задаёт уникальный номер транзакции, а `txn_date` определяет время проведения транзакции в формате «год-месяц-день-час-минута-секунда», `account` — идентификационный номер абонента, `sum` — сумма к оплате.

В ответе на указанный GET-запрос web-сервер поставщика услуг должен вернуть ответ в виде XML-документа следующей структуры:

```

<?xml version="1.0" ?>
<response>
<txn_id>x</txn_id>
<result>0</result>
</response>
  
```

В поле `result` указывается код ответа со следующей семантикой:

- «0» — положительный ответ;
- «1» — временная ошибка, при этом платёж с периодичностью в 10–40 минут пытается пройти снова в течение суток;
- «5» — абонент не найден;
- «10» — другое.

Упрощённая схема последовательности взаимодействия системных компонент представлена на рисунке 2.

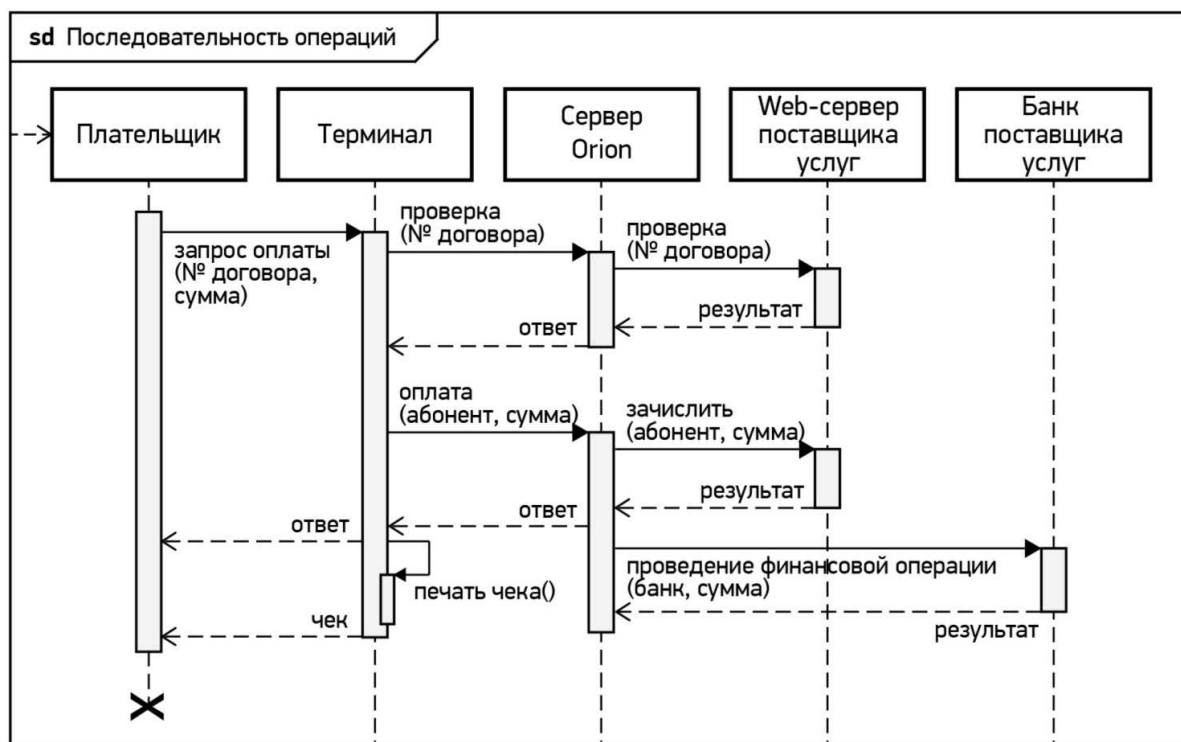


Рисунок 2 — Упрощённая диаграмма последовательности взаимодействия компонентов интегрированной системы при проведении оплаты услуг

Рассмотренный протокол ОСМП может быть расширен для производства дополнительных операций, помимо предусмотренных в типовой конфигурации. Это может быть использовано, например, для отображения адреса абонента на экране терминала или указания показаний приборов учёта воды.

Практическая реализация данной схемы была успешно использована в ходе расширения функционала сайта МУП «Водоканал», повысив качество сервиса организации. Внедрение системы показало удобство соединения основных компонентов разнородных систем, что позволяет относительно легко интегрировать системы оплаты в широком диапазоне проектов, что, наряду с актуализацией расширения способов оплаты услуг среди организаций среднего и крупного бизнеса, открывает широкие перспективы практического использования данной технологии.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА СОСТАВЛЕНИЯ РАСПИСАНИЯ ЗАНЯТИЙ

В.В. Матвеев

Волжский политехнический институт (филиал)

Волгоградского государственного технического университета, Волжский, www.volpi.ru

Из-за наличия множества решений и отсутствия четкого критерия выбора наилучшего из них задачу составление расписания трудно формализовать. В самом общем виде данная задача сводится к поиску пересечения множеств групп учащихся, аудиторий, дисциплин учебного плана, преподавателей на последовательных временных интервалах. Поиск такого пересечения усложняется наличием определенных условий: отсутствия «окон» у групп и преподавателей, ограничения минимальной и максимальной загрузки, пожеланий преподавателей, наличия специализированных аудиторий, деления групп на подгруппы и пр.

Для решения такого рода «творческих» задач целесообразно применять логические системы программирования типа ПРОЛОГ [1]. Далее рассматривается возможность использования логической К-системы программирования [2].

Рассмотрим это на примере близкой по сути, но более простой задачи подбора сборочного комплекта из трех деталей А, В, С, образующих прецизионный узел с замкнутой размерной цепью [3]. Деталь А стыкуется с деталью В, образуя стык АВ. Деталь В и С образуют стык ВС. И, наконец, деталь С стыкуется с деталью А в виде стыка СА. На параметры стыковых поверхностей накладываются определенные допуски, выдержать которые можно лишь подбором деталей из россыпи.

Программой единицей в К-системе является правило. Оно имеет некоторую общность с подпрограммой в обычных языках программирования и состоит из заголовка в кавычках и тела, заключенного в фигурные скобки. Тело правила может состоять из различных операторов К-языка. Среди последних наиболее часто встречается оператор вызова правила call””, в поле которого между кавычками размещается заголовок вызываемого правила, и оператор сопоставления —>, стремящийся путем замены переменных на константы сделать идентичными образцы (совокупности переменных и констант) слева и справа от него. В конце правила обычно стоит оператор возврата (успешного применения) return””, в поле которого, если это необходимо, размещается результат преобразования исходных данных по этому правилу.

Предельно упрощенный вариант программы на К-языке, решающий поставленную задачу подбора сборочных комплектов из россыпи по 6 деталей каждого из типов содержит 25 правил, однако для уяснения сути достаточно рассмотреть 4 из них, поскольку остальные либо являются аналогами, либо осуществляют элементарный логический анализ.

Правило

“дет С стык А-209 стык В-374 ном 15”{return””}

(1)

относится к описателям предметной области и содержит информацию о детали типа С номер 15. Число таких правил равно общему числу деталей, из которых предполагается подбирать сборочные комплекты.

Такой же описательный характер имеет правило

“стык ВА”{return”20-18”},

(2)

содержащее данные о допусках на стык ВА. Таких правил 3 – по числу стыков. Следует заметить, что исходные данные к рассматриваемой задаче в виде правил (1), (2) можно было бы представить в виде обычного файла MS DOS, поскольку К-система имеет средства для работы с ними.

Следующее правило

“старт”{call “сопряжение ВА”—>”^na^,^nb^”

(3)

call “сопряжение ВС”—>”^nb^,^nc^”

(4)

call “сопряжение АС”—>”^na^,^nc^”

(5)

return”^na^,^nb^,^nc^”}

определяет порядок подбора деталей в комплект. Его заголовок является ключевым словом пользователя, по которому происходит запуск программы. Оператор call (3) вызывает правило

“сопряжение ^x^y^”{call “стык^x^y^”—>”^xy^-^yx^”

(6)

call “дет ^x^ ^^ стык ^y^-^ry^ ^^ ном ^nx^”

(7)

call “число ^ry^”

(8)

call “дет ^y^ ^^ стык ^x^-^rx^ ^^ ном ^ny^”

(9)

call “число ^rx^”

ar”^ry^-^rx^<”^xy^ and ar(^x^-^x^)>”^yx^” —> “TRUE”

(10)

return”^nx^,^ny^” }

(11)

при этом переменные $\wedge x^\wedge$, $\wedge y^\wedge$ конкретизируются, т.е. заменяются постоянными В, А, соответственно на протяжении всего правила.

Оператор вызова (6) обращается к правилу (2) и через оператор сопоставления конкретизирует переменные $\wedge x^\wedge$, $\wedge y^\wedge$ числами 20 и 18, соответственно. Далее последовательно:

1) вызывается правило вида (1) для детали типа В, в результате чего конкретизируются переменные $\wedge y^\wedge$ - размер сопрягаемой с деталью типа А поверхностью и $\wedge n^\wedge$ - номер детали В. (символ \wedge обозначает анонимную переменную, значение которой может быть различным на протяжении одного правила),

2) вызывается правило (8), имеющее целью исключение заведомо неверных результатов сопоставления в предыдущем правиле, поскольку заранее известно, что переменная $\wedge y^\wedge$ может конкретизироваться только числом. (текст этого правила ввиду его элементарности здесь не приводится),

3) снова осуществляется вызов правила вида (1), но уже для детали типа А, и конкретизируются переменные $\wedge x^\wedge$ и $\wedge n^\wedge$,

4) вычислительный оператор ar''' (10) с очевидным синтаксисом осуществляет проверку допустимости стыковки уже определенных к этому моменту деталей типа А и В. Если результат успешный, через оператор (11) происходит возврат в вызывающее правило (3) номеров этих деталей $\wedge nb^\wedge$, $\wedge na^\wedge$. Неуспех в проверке допуска порождает возврат на предшествующее правило (9), и переменные $\wedge x^\wedge$, $\wedge n^\wedge$ будут конкретизированы данными другой детали типа А, и так до тех пор, пока не выполнятся условия стыковки. Если подходящей детали типа А не существует, произойдет возврат на еще один шаг назад и будет выбрана другая деталь типа В, вследствие чего получат новые значения переменные $\wedge y^\wedge$, $\wedge n^\wedge$.

Если в конце концов пара подходящих деталей будет найдена, оператор (4) осуществит аналогичные действия по подбору детали типа С к уже заданной детали типа В. После этого оператором (5) будет проверена совместимость уже выбранных деталей типа А и С между собой. В случае необходимости К-система путем возвратов выберет другие детали. Но если подходящие тройки существуют, они будут неизбежно найдены и отображены на дисплее или принтере в виде трех номеров $\wedge na^\wedge$, $\wedge nb^\wedge$, $\wedge nc^\wedge$. Небольшие добавления в программу позволяют получить все возможные сочетания деталей без дополнительных запросов. Исключить из поиска детали, уже вошедшие в ранее найденные комплекты, и даже обеспечить минимум незавершенного производства.

Возвращаясь к изначальной задаче составления расписания в первом приближении заменим деталь А – группой учащихся, деталь В – номером аудитории, деталь С – преподавателем. Кроме этого понадобится «деталь D» - предмет и «деталь E» - интервал времени (неделя, день, «пара») и мы получаем прообраз программы для ее решения.

Список литературы:

1. Малпас Дж. Реляционный язык Пролог и его применение. – М.: Наука, 1990, 464 с.
2. Кузнецов В.Е. Представление в ЭВМ неформальных процедур: производные системы. – М.: Наука. -1989, 160 с.
3. Матвеев В.В. Подбор сборочного комплекта с помощью логической К-системы программирования. В сб. Автоматизация технологических процессов в машиностроении-ВолГТУ, Волгоград, 1995. с.91

ПЛЮСЫ И МИНУСЫ ИНТЕРНЕТА В ОБРАЗОВАНИИ

Е.Г. Казакова.

Волжский политехнический институт (филиал)

Волгоградского государственного технического университета, Волжский, www.volpi.ru

Интернет все больше проникает во все сферы жизни общества. Процесс обучения использует Интернет для реализации дистанционного образования. Скорость обмена информацией является неоспоримым преимуществом применения Интернета для дистанционного обучения. Но качество информации, размещаемой в Интернете, оставляет желать лучшего.

Для дистанционного обучения важно своевременно обеспечить студентов заданием и возможностью получения консультаций по изучаемому предмету – возможности Интернета здесь как раз являются большим преимуществом.

Способность правильно формулировать поисковый запрос и выбрать из огромного количества ссылок те, которые соответствуют тематике, доступна не всем студентам. В большинстве случаев отбирается некачественная информация (за качество размещаемой информации в Интернете никто не несет ответственности!) и это отражается на уровне усвоения изучаемой дисциплины. Этот фактор является недостатком интернета.

Эти же проблемы сопутствуют очной форме обучения. Оснащенность студентов современными гаджетами влияет на способность восприятия ими информации непосредственно от преподавателя. У студентов наблюдается рассеянное внимание, так как он «одним глазом» в гаджете, а другим смотрит на лектора. Результат – вынужденный поиск информации в Интернете и те же проблемы, некачественный поиск. Причем студенческое сообщество распределяет роли в группах и выбирает ответственных за поиск необходимой информации для обеспечения ею всей группы, а так как в большинстве случаев информация находится некачественная, то вся группа получает ошибочные знания при проработке вопросов изучаемой дисциплины.

ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СЕРВОМОТОРОВ НАПРАВЛЯЮЩЕГО АППАРАТА ВОЛЖСКОЙ ГЭС

А.В. Савчиц, А.С. Гольцов.

Волжский политехнический институт (филиал)

Волгоградского государственного технического университета, Волжский, www.volpi.ru

За последние десятилетия в России наблюдается увеличение спроса на электроэнергию. В первую очередь это связано с бурным ростом производства. Для того чтобы утолить растущий спрос, оборудование гидроэлектростанций модернизируется. Большая часть устаревших систем управления гидроагрегатами заменятся современными программно-техническими комплексами "Овация". Волжская ГЭС является не исключением.

В новых системах управления на базе ПТК "Овация" присутствует множество подсистем: автоматического регулирования частоты и мощности; технологической автоматики (формирование команд для подсистем, взаимодействие с внешними системами, гидромеханические защиты и др.); управления вспомогательным оборудованием (маслонапорная установка, лекажный агрегат, дренажные насосы, оборудование режима синхронного компенсатора и техводоснабжение и др.); термоконтроля, синхронизации, вибродиагностики, управления возбуждением. Но при этом нет ни одной подсистемы для диагностики технического состояния отдельных узлов или всего гидроагрегата в целом.

Современные системы управления такими сложными устройствами, как гидроагрегат, сложно представить без диагностирования технического состояния. Ведь должная работа каждого узла влияет на весь гидроагрегат в целом, а именно на его мощность и КПД.

Из всех узлов гидроагрегата можно выделить один из основных - это направляющий аппарат, а точнее система управления его открытием. Направляющий аппарат позволяет регулировать мощность гидротурбины агрегата. Мощность турбины, а соответственно и всего гидроагрегата, регулируется изменением угла открытия направляющего аппарата и поворота лопаток рабочего колеса [2].

Основной элемент данной системы – электрогидравлический преобразователь, который состоит из электромагнита, главного золотника и сервомотора. Перемещением штока поршня сервомотора ЭГП управляет золотник [1]. Шток золотника перемещается в результате совместного действия силы, создаваемой электромагнитом, и силы упругости пружины. Движущую силу электромагнита формируют с помощью электронного блока электрогидравлического преобразователя пропорционально сигналу рассогласования между требуемым перемещением поршня сервомотора (задает регулятор мощности) и реальным перемещением штока поршня (измеряют с помощью датчика и передают по цепи обратной связи).

Выход из строя или чрезмерный износ одного из элементов ЭГП, может повлечь за собой серьезные последствия, сказывающиеся на точности поддержания полезной мощности гидроагрегата, скорости вращения ротора и соответственно его КПД.

Большая часть неисправностей возникающих в элементах ЭГП, не поддается визуальному определению, без остановки гидроагрегата. Например, износ уплотнений в главном золотнике и сервомоторе, его можно заметить только при их непосредственном демонтаже с последующей их разборкой, а это весьма трудоемкий процесс, не говоря уже о убытках возникающих при остановке гидроагрегата. Так же может оказаться, что демонтированный узел исправен и неисправность находится в совсем другом месте.

Наличие системы диагностики технического состояния позволит спрогнозировать появление неисправности на ранней стадии, а так же определить в каком именно узле и какая неисправность может образоваться. Так же за счет раннего обнаружения дефектов и неисправностей повысится надежность и ресурс узлов гидроагрегата, а как следствие уменьшается вероятность возникновения отказов и аварии гидроагрегата, приводящие к тяжелым последствиям.

Диагностика технического состояния состоит из двух процедур: обнаружения неисправности и ее диагностирование. Каждая из них основана на определенных методах и подходах для осуществления диагностирования в зависимости от процесса и условий его протекания. Для диагностирования технического состояния элементов электрогидравлического преобразователя при обнаружении неисправности используется метод диагностирования на основе модели процесса [4].

Диагностирование неисправности предлагается осуществлять на основе диагностических карт, представляющие собой графические средства анализа с использованием статистических данных [3].

Основные данные для системы диагностики предлагается получать из промышленной сети ПТК "Овация". Процесс диагностирования будет происходить следующим образом: необходимые данные (перемещение штоков золотника и сервомотора, давления масла в линии питания и слива) поступают в систему диагностирования для расчета параметров моделей.

Полученные параметры сравниваются с исходными (базисными) параметрами, если наблюдается рассогласование между расчетными и базисными параметрами система диагностирования генерирует симптомы неисправности и предполагаемое место возникновения (Рисунок 1).

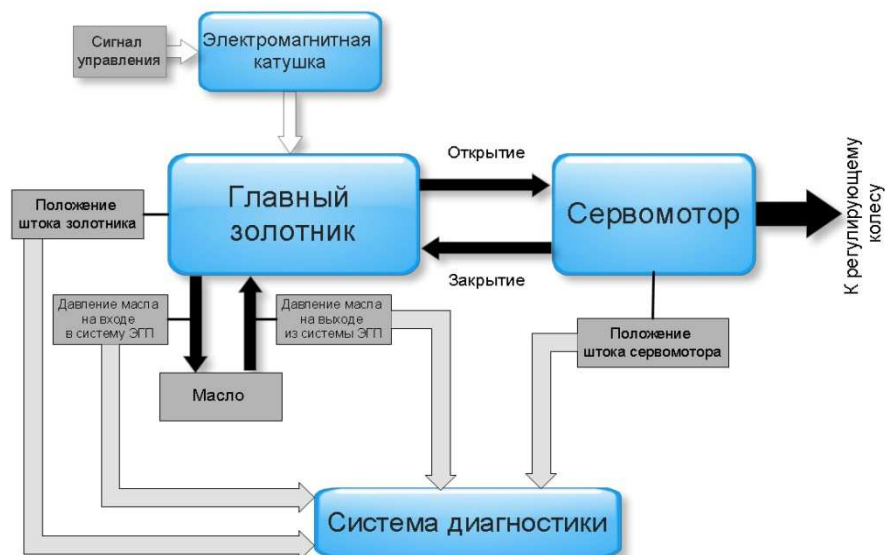


Рисунок 1 - Схема диагностики сервомоторов

Внедрение системы диагностики позволит увеличить межремонтный интервал узлов управления открытием направляющего аппарата, за счет прогнозирования их технического состояния. Так же своевременное обнаружение и устранения неисправностей позволит устранить влияние неисправностей на КПД гидроагрегата.

В дальнейшем разработанную систему диагностики можно распространить на другие узлы, формируя полноценную систему диагностики всего гидроагрегата.

Список литературы

1. Гольцов А.С., Гольцов С. А., Клименко А.В., Силаев А.А. Система адаптивного управления активной мощностью гидроагрегата ГЭС с поворотно-лопастной турбиной // Приборы и системы управления. 2008. № 11.
2. Кривченко Г.И. Гидравлические машины: Турбины и насосы. Учебник для вузов. - М.:Энергия, 1978. - 320с., ил.
3. Химмельблау Д. Обнаружение и диагностика неполадок в химических и нефтехимических процессах: Пер. с англ. - Л.: «Химия», 1983. - 352 с., ил.
4. Iserman R. Fault-Diagnosis Applications. - Berlin: Springer, 2011. - 372 page(s), il.

МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СЕРВОМОТОРОВ НАПРАВЛЯЮЩЕГО АППАРАТА ВОЛЖСКОЙ ГЭС

А.В. Савчиц, А.С. Гольцов.

Волжский политехнический институт (филиал)

Волгоградского государственного технического университета, Волжский, www.volpi.ru

Большинство современных систем управления гидроагрегатами не имеет встроенных систем диагностирования технического состояния гидроагрегата или его узлов. Не исключение и программно-технический комплекс (ПТК) "Овация", кроме подсистемы вибродиагностики, других подсистем диагностирования в нем не предусмотрено.

Конечно ПТК "Овация" позволяет поднять управление гидроагрегатом на новый уровень, но нельзя забывать о таком немаловажном факторе как надежность работы гидроагрегата и его узлов. Какой бы не была сложной и точной система управления или насколько изнаноустойчивые материалы не были применены при конструировании агрегата, рано или поздно какой-нибудь узел может выйти из строя. Поэтому прогнозирование появления данных ситуаций возлагают на системы диагностирования технического состояния.

Техническое диагностирование — процесс определения состояния какой-либо системы, по косвенным признакам. Целью диагностирования является повышение надежности и ресурса сервомоторов путем обнаружения на ранних стадиях дефектов и неисправностей и причин их возникновения, так как это позволяет предупредить, или устранить их развитие и тем самым исключить отказы и аварии гидроагрегата, приводящие к тяжелым последствиям.

Техническое диагностирование предполагает определение технического состояния систем без их разборки, т. е. без потерь времени и средств на разборку и выявление неисправностей. Это чрезвычайно важно, потому что в настоящее время при отсутствии диагностирования поиск неисправностей занимает в среднем до 50 % общего времени ремонтных работ.

Диагностика технического состояния состоит из двух процедур: обнаружения неисправности и ее диагностирование. Каждая из них основана на определенных методах и подходах для осуществления диагностирования в зависимости от процесса и условий его протекания.

Процедуры диагностики технического состояния основаны на анализе аналитических и эвристических симптомов. В большинстве случаев, диагностика основана на оценке измеряемых и контролируемых параметров, человеком оператором. В случае автоматизированного диагностирования требуются аналитические знания о процессе, а для оценки наблюдаемых величин необходимы экспертные знания человека оператора, называемые эвристическими знаниями.

Обнаружение неисправностей на основе единичного измерения сигнала в простых случаях выполняется проверкой предела или тренда, или, в более сложных случаях, операциями со специальной моделью сигнала, извлечением особенностей сигнала и изменением методов обнаружения, представлены на рисунке 1.

При проверке пределов абсолютных значений, как правило, используются два, предустановленных предельных значения (максимальное и минимальное), называемых пороговыми. Процесс находится в нормальной ситуации, если переменная остается в установленных пределах. Превышение одного из порогов показывает возникновение неисправности в процессе [4].

Проверка тренда заключается в вычислении первой производной контролируемого сигнала и проверка нахождения ее допустимых пределах. Если выбраны малые границы, сигнал об неисправности может быть получен намного раньше, чем в случае с проверкой пределов.

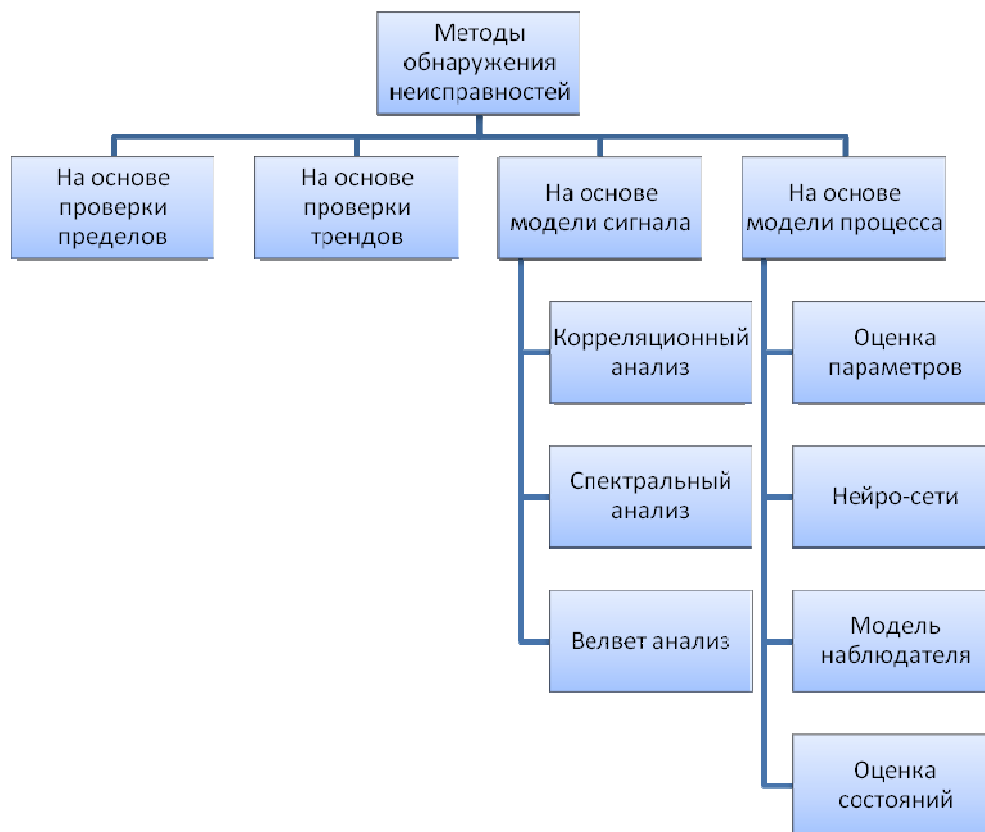


Рисунок 1 - Методы обнаружения неисправностей

Применяя специальные математические модели для измеренного сигнала, получают необходимые свойства, такие как амплитуда, фаза, частотный спектр и корреляционная функция для определения ширины полосы сигнала. После этого полученные свойства сравниваются с нормальными значениями процесса для обнаружения изменений.

Разные подходы для обнаружения неисправностей, с помощью моделей процесса, были развиты за последние несколько десятилетий. Их задача состоит в обнаружении ошибок в процессах, исполнительных механизмах и датчиках, используя зависимости между измеряемыми сигналами. Эти зависимости выражаются в математических моделях процесса. Методы, основанные на модели процесса, требуют знания о динамической модели процесса, ее математической форме и параметрах.

Задача диагностики неисправностей состоит в определении ее вида с как можно большим количеством деталей, таких как, размер ошибки, местоположение и время обнаружения. Диагностические методы, основанные на аналитических и эвристических симптомах, представлены на рисунке 2.

Система диагностики неисправностей разрабатывается на основе признаков, фактов и эвристических данных о неисправностях в процессе. Признаки могут быть представлены в двоичной форме и в виде нечетких множеств.

Распознавание образов применяется, если отсутствуют данные для нахождения соответствий между признаком и классификатором неисправности.

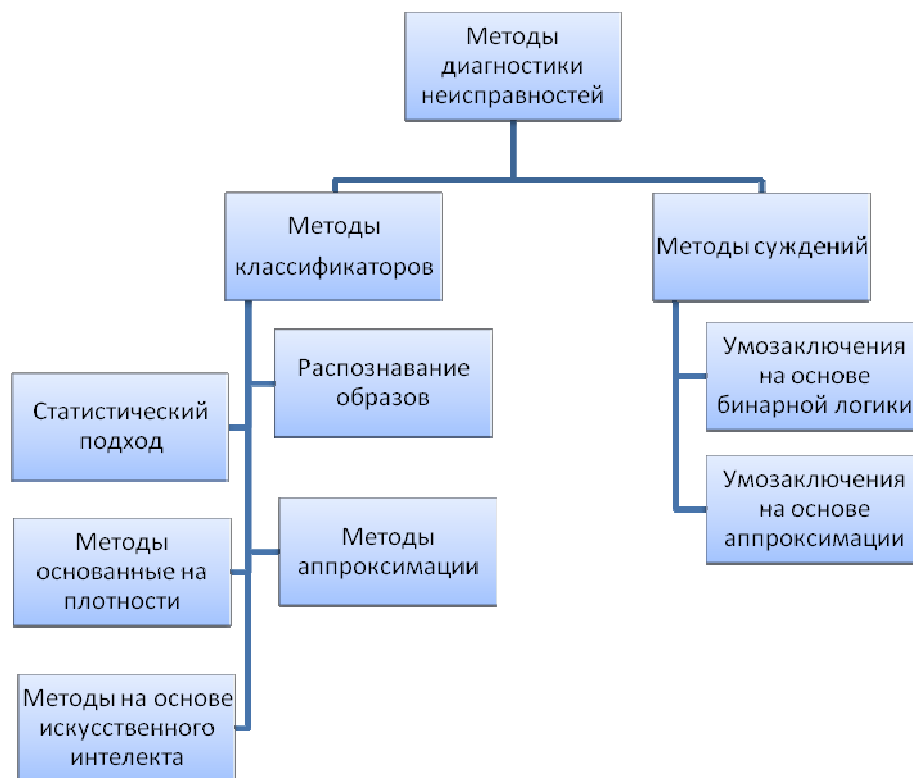


Рисунок 2 - Методы диагностики неисправностей

Для некоторых технических процессов могут быть частично известны основные соотношения между неисправностями и их признаками. Тогда знания представляют в виде причинно-следственной связи: неисправность-событие-симптом. Создание этих причинно-следственных связей следует из анализа древа неисправностей, идущего от неисправности через вспомогательные события к симптомам или на основе анализа древа событий, идущее от симптомов к неисправности.

В классическом варианте анализ древа неисправностей, симптомов и событий рассматривают как бинарные переменные, а условия могут быть получены как часть правил с помощью логических уравнений для параллельно-последовательного соединения. Однако эта процедура не оказалась успешной из-за непрерывного и постепенного характера возникновения неисправности.

Геометрические методы основаны на анализе графического представления признаков неисправности(в численном выражении) со значениями анализируемой переменной. Различие между статистическими или геометрическими методами заключается в использовании функции вероятности.

Использование нейронных сетей для диагностики позволяет аппроксимировать нелинейные уравнения и определить широкие области решений в непрерывной или дискретной форме.

В большинстве случаев используют контрольные карты процесса, представляющие собой графические средства анализа с использованием статистических данных. При этом не требуется детерминированной модели процесса, но необходимы допущения относительно статистик переменных, которые будут контролироваться [3].

Для диагностирования технического состояния сервомоторов при обнаружении неисправности используется метод диагностирования на основе модели процесса [4].

Суть метода заключается в анализе измеренного и управляющего сигнала, метод обнаружения формирует рассогласование, оценку параметров или состояния, которые называют свойствами. Осуществляется сравнение свойств нормального состояния с полученными, при обнаружении изменений формируются аналитические симптомы неисправности.

Диагностирование неисправности предлагается осуществлять на основе диагностических карт, представляющие собой графические средства анализа с использованием статистических данных [3].

На карте отображают правила принятия решения о том, находится ли процесс «под контролем» или нет. Например, с использованием верхнего и нижнего контрольного предела. До тех пор пока статистика, откладываемая на этом графике, попадает в интервал между двумя указанными пределами, процесс считается находящимся под статистическим контролем. Правила принятия решения, используемые для фиксирования этих линий, могут быть основаны на предполагаемом виде распределения наблюдаемой случайной переменной (обычно предполагается нормальное распределение), или они могут выводиться с помощью непараметрического анализа.

Диагностирование создает условия для значительного повышения коэффициента использования сервомотора благодаря сокращению времени на его техническое обслуживание и ремонт, уменьшая затраты на эксплуатацию и исключения аварийных ситуаций.

Список литературы

1. Химмельблау Д. Обнаружение и диагностика неполадок в химических и нефтехимических процессах: Пер. с англ. - Л.: «Химия», 1983. - 352 с., ил.
2. Iserman R. Fault-Diagnosis Applications. - Berlin: Springer, 2011. - 372 page(s), il.

МНОГОКАНАЛЬНЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ НА БАЗЕ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ ТЕХНИКИ

Б.Г. Севастьянов

Волжский политехнический институт (филиал)

Волгоградского государственного технического университета, Волжский, www.volpi.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ – это исследование каких-либо явлений, процессов или систем объектов путем построения и изучения их моделей; использование моделей для определения или уточнения характеристик и рационализации способов построения вновь конструируемых объектов...

Толковый словарь

Цель работы: повышение достоверности аналоговых сигналов, принимаемой с ОУ.

На взрывопожароопасных производственных объектах осуществляют контроль основных параметров технологического процесса несколькими датчиками, т.е. одну физическую величину измеряют, например, тремя датчиками. Потеря информации на таких объектах может привести к нарушению технологического режима или к аварии. Устранение последствий аварий и нарушений требует больших энергетических затрат.

Если одна и та же физическая величина измеряется несколькими датчиками, т.е. один основной и два резервных, возникает задача контроля исправности измерительного канала и своевременного обнаружения отказа канала. Одним из алгоритмов, позволяющим автоматически выбирать исправные каналы, является алгоритм мажоритарного выбора [7, 12, 13-15]. На выходе алгоритма будет величина, совпадающая с большинством сигналов на его входе. Если значения сигналов по трём каналам близки, то за основной выход будем брать среднее первых двух сигналов (первого и второго). Сигнал, значение которого отличается от других значений, считают отказавшим. Таким образом, условием безотказной работы системы из трёх каналов является безотказная работа любых двух каналов из трех в течение заданного времени. Этот вид резервирования уступает общему «горячему» резерву (нагруженный резерв) [6]. Мажоритарное резервирование является разновидностью нагруженного резервирования с дробной кратностью. Так при мажоритарном резервировании два из трёх (n=3) надёжность системы оценивается выражением:

$$P_{\text{маж}}(t) = \sum_{i=k}^n C_n^i P^i(t) [1 - P(t)]^{n-i} = \sum_{i=2}^3 C_3^i P^i(t) [1 - P(t)]^{3-i} = 3P^2(1 - P) + P^3 = 3P^2 - 2P^3.$$

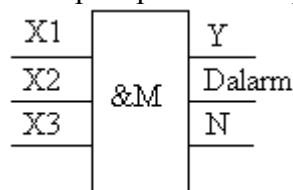
Надёжность системы с «горячим» резервом оценивают выражением:

$$P_c(t) = 1 - [1 - P(t)]^{m+1} = 1 - [1 - P(t)]^{2+1} = 3P - 3P^2 + P^3. \text{ m-кратность резервирования (m=2).}$$

Анализ этих формул показывает, что надёжность системы с обычным резервированием выше. Допустим, P=0.8, тогда P_{маж}≈0.9, а P_c≈0.99. Анализ показал, что система с простым мажоритарным резервированием менее надёжна, чем система с резервированием без мажоритарного элемента. Это объясняется тем, что при «горячем» резервировании система остаётся работоспособной до тех пор, пока не откажут все резервные элементы. При мажоритарном резервировании отказ системы происходит уже в том случае, если отказали только (m+1)/2 элемента из m, а остальные еще работоспособны (например, из трёх элементов один будет еще работоспособным). То есть в смысле использования возможности резерва мажоритарное резервирование уступает общему «горячему» резерву.

Это отмечается и в работах [6, 5, 7]. Публикации по этой проблеме, патенты, авторские свидетельства [2, 7, 11-14] говорят об актуальности данной задачи. За исключением некоторых авторов [5, 7], большинство рассматривают только классический алгоритм мажоритарного выбора. В докладе предлагается алгоритм, повышающий надёжность многоканальной системы контроля параметров технологического процесса. Рассматриваются типовые ситуации, приводящие к сбоям и отказу канала. Раскрывается методика моделирования сбоев, отказов в информационных каналах.

Одним из общих принципов повышения надёжности является введение избыточности в систему, в нашем случае избыточность вводится в алгоритм выбора достоверной информации. Под избыточностью будем понимать не только аппаратную, но и алгоритмическую: введением в алгоритм оценки средних значений, скорости изменения параметра. Допустим, что три датчика измеряют одну и ту же физическую величину, например, температуру. Рассмотрим возможные ситуации и работу классического алгоритма мажоритарного выбора два из трёх. На рис. 1 представлена структурная схема блока мажоритарного выбора.



01, 02, 03 – сигналы датчиков температуры, Y – сигнал температуры.

Dalarm – сигнал тревоги, N – сигнал отказа, D1, D2, D3 – сигналы отказа датчиков. Dalarm = D1 ∪ D2 ∪ D3.

Рис. 1. Структурная схема блока мажоритарного выбора.

На рис.3 представлена программа на языке функциональных алгоблоков (FBD[1]), реализующая приведённый выше алгоритм мажоритарного выбора.

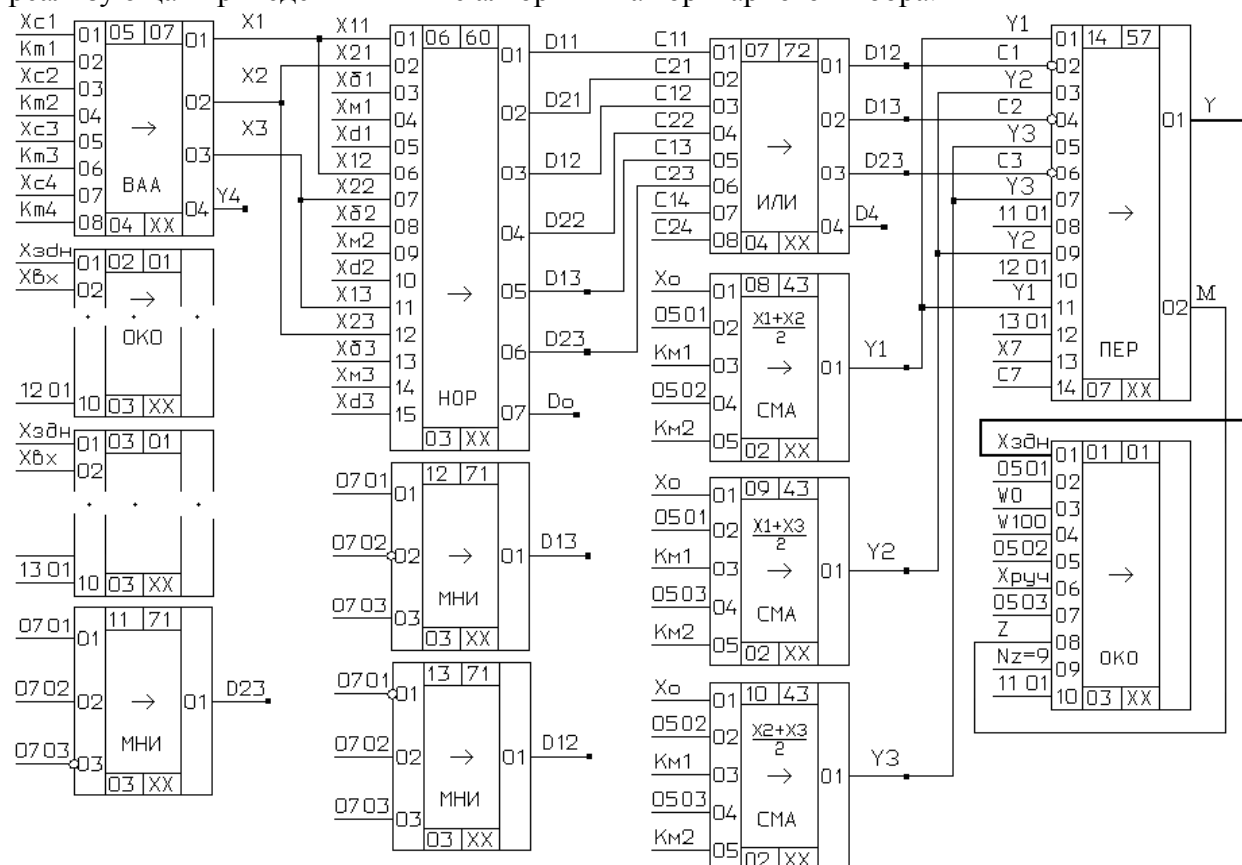


Рисунок 3 Программа простого алгоритма мажоритарного выбора два из трёх

Связи между алгоблоком осуществлены графически(линиями) и адресно(цифрами, например, цифра на восьмом входе алгоритма ПЕР 1101 обозначает, что сигнал приходит с 11 алгоблока с первого выхода). Программирование с помощью алгоблоков представлено в пособии по разработке микропроцессорных систем управления[8]. В этом же учебном пособии автор излагает принципы программирования на языке FBD, использование которых значительно повышает эффективность программ. Эта же программа¹ реализована в среде CoDeSys 2.3 для контроллера ОВЕН ПЛК-150, 154 на языке CFC и представлена на рис.4.

В таблице дана расшифровка алгоритмов, использованных в программе.

Номер алгоблока	Шифр алгоритма (код)	Комментарии
01	ОКО(01)	Алгоритм оперативного контроля позволяет контролировать значения трёх параметров, выход с программы(результат), и отображать отказ первого канала на первом прямоугольном индикаторе.
02	ОКО(01)	Отображение отказа второго канала на втором прямоугольном индикаторе.
03	ОКО(01)	Отображение отказа третьего канала на третьем прямоугольном индикаторе.
05	ВДБ(07)	Ввод аналоговых сигналов. Четвёртый канал - резервный.
06	НОР(60)	Нуль-орган для сравнения близости сигналов попарно.
07	ПЕР(57)	Переключатель на достоверное среднее значение двух каналов, т.е. фактически коммутатор.
08, 09, 10	СМА(43)	Определение среднего значения по двум значениям параметров.
11, 12, 13	МНИ(71)	Многовходовое ИЛИ. Формируется признак отказавшего канала.

¹ В разработке подпрограммы для ПЛК-150 участвовала Е.А. Кажичкина (студентка ВФ МЭИ(ТУ), 2010г.)

Заметим, что в библиотеке контроллеров фирмы ОВЕН отсутствуют многие алгоритмы, которые имеются в библиотеке контроллера Р-130. Без этих алгоритмов трудно создавать эффективные и понятные пользователю программы. Поэтому решено было разработать алгоритм переключатель PER, который соответствует алгоритму (ПЕР), алгоритм запоминания ZPM, который соответствует алгоритму (ЗАП). Некоторые пояснения к программе(рис.4). x1, x2, x3-входные переменные(сигналы). D_vybr-признак выброса. D_obr-признак обрыва. D_prov-признак провала сигнала. otk1, otk2, otk3 – признаки отказа первого, второго и третьего канала соответственно. В случае исправных двух каналов вычисляется их среднее значение и поступает на выход программы в качестве достоверного значения. Например, на выходе алгоблока 20 имеем среднее значение первого и второго сигнала, которое обозначили как x1_x2. В алгоблоках 4, 16 и 17 задали допустимый выброс, равный пяти(для всех трёх сигналов). Подпрограмма analog_in позволяет имитировать обрыв, выброс, провал по аналоговому каналу. Эта программа удаляется, если вводятся сигналы с реального объекта управления и сигналы поступают в программу напрямую.

Рассмотрим алгоритм мажоритарного выбора для пяти аналоговых сигналов. Общая структура алгоритма мажоритарного выбора три из пяти аналогична той, которая представлена на рис.1. Только имеется пять входных сигналов: X1, X2, X3, X4, X5. Как уже отмечалось, если пять датчиков измеряют одну и ту же физическую величину, то чистого равенства между показаниями сигналов не будет. Допускается расхождение между показаниями датчиков в пределах погрешности каналов. Алгоритм классического алгоритма мажоритарного выбора три из пяти представлен в таблице, а программа на рис.5.

<p>I. $X_1 - X_2 \leq \epsilon_1, X_1 - X_3 \leq \epsilon_2, X_1 - X_4 \leq \epsilon_3, X_1 - X_5 \leq \epsilon_4,$</p> <p>$X_2 - X_3 \leq \epsilon_5, X_2 - X_4 \leq \epsilon_6, X_2 - X_5 \leq \epsilon_7,$</p> <p>$X_3 - X_4 \leq \epsilon_8, X_3 - X_5 \leq \epsilon_9,$</p> <p>$X_4 - X_5 \leq \epsilon_{10}.$</p> <p>$\square = 0. N = 0. \square = (x_1 + x_2) / 2.$</p>	<p>II. $X_1 - X_2 \geq \epsilon_1, X_1 - X_3 \geq \epsilon_2, X_1 - X_4 \geq \epsilon_3, X_1 - X_5 \geq \epsilon_4,$</p> <p>$X_2 - X_3 \leq \epsilon_5, X_2 - X_4 \leq \epsilon_6, X_2 - X_5 \leq \epsilon_7,$</p> <p>$X_3 - X_4 \leq \epsilon_8, X_3 - X_5 \leq \epsilon_9,$</p> <p>$X_4 - X_5 \leq \epsilon_{10}$</p> <p>$\square = 1. N = 1. \square = (x_2 + x_3) / 2.$</p>	<p>III. $X_1 - X_2 \geq \epsilon_1, X_1 - X_3 \leq \epsilon_2, X_1 - X_4 \leq \epsilon_3, X_1 - X_5 \leq \epsilon_4$</p> <p>$X_2 - X_3 \geq \epsilon_5, X_2 - X_4 \geq \epsilon_6, X_2 - X_5 \geq \epsilon_7$</p> <p>$X_3 - X_4 \leq \epsilon_8, X_3 - X_5 \leq \epsilon_9$</p> <p>$X_4 - X_5 \leq \epsilon_{10}$</p> <p>$\square = 1. N = 2. \square = (x_3 + x_4) / 2$</p> <p>$\square = (x_4 + x_5) / 2.$</p>
<p>IV. $X_1 - X_2 \leq \epsilon_1, X_1 - X_3 \geq \epsilon_2, X_1 - X_4 \leq \epsilon_3, X_1 - X_5 \leq \epsilon_4$</p> <p>$X_2 - X_3 \geq \epsilon_5, X_2 - X_4 \leq \epsilon_6, X_2 - X_5 \leq \epsilon_7$</p> <p>$X_3 - X_4 \leq \epsilon_8, X_3 - X_5 \leq \epsilon_9$</p> <p>$X_4 - X_5 \leq \epsilon_{10}$</p> <p>$\square = 1. N = 3. \square = (x_1 + x_2) / 2$</p> <p>$\square = (x_4 + x_5) / 2.$</p>	<p>V. $X_1 - X_2 \leq \epsilon_1, X_1 - X_3 \leq \epsilon_2, X_1 - X_4 \geq \epsilon_3, X_1 - X_5 \leq \epsilon_4$</p> <p>$X_2 - X_3 \leq \epsilon_5, X_2 - X_4 \geq \epsilon_6, X_2 - X_5 \leq \epsilon_7$</p> <p>$X_3 - X_4 \geq \epsilon_8, X_3 - X_5 \leq \epsilon_9$</p> <p>$X_4 - X_5 \geq \epsilon_{10}$</p> <p>$\square = 1. N = 4. \square = (x_1 + x_2) / 2$</p> <p>$\square = (x_3 + x_5) / 2.$</p>	<p>VI. $X_1 - X_2 \leq \epsilon_1, X_1 - X_3 \leq \epsilon_2, X_1 - X_4 \geq \epsilon_3, X_1 - X_5 \geq \epsilon_4$</p> <p>$X_2 - X_3 \leq \epsilon_5, X_2 - X_4 \geq \epsilon_6, X_2 - X_5 \geq \epsilon_7$</p> <p>$X_3 - X_4 \geq \epsilon_8, X_3 - X_5 \geq \epsilon_9$</p> <p>$X_4 - X_5 \geq \epsilon_{10}$</p> <p>$\square = 1. N = 5. \square = (x_1 + x_2) / 2$</p> <p>$\square = (x_3 + x_4) / 2.$</p>

VII. 0000000 1 2 000000.

$$|X1-X2| \leq \epsilon1 \quad |X1-X3| \geq \epsilon2 \quad |X1-X4| \geq \epsilon3 \quad |X1-X5| \geq \epsilon4$$

$$|X2-X3| \geq \epsilon5 \quad |X2-X4| \geq \epsilon6 \quad |X2-X5| \geq \epsilon7$$

$$|X3-X4| \leq \epsilon8 \quad |X3-X5| \leq \epsilon9$$

$$|X4-X5| \leq \epsilon10$$

$$\varpi=1. \quad N=1 \quad \varpi = (x3+x4)/2 \quad \varpi = (x4+x5)/2.$$

VIII. 0000000 1 3 000000

$$|X1-X2| \geq \epsilon1 \quad |X1-X3| \leq \epsilon2 \quad |X1-X4| \geq \epsilon3 \quad |X1-X5| \geq \epsilon4$$

$$|X2-X3| \leq \epsilon5 \quad |X2-X4| \leq \epsilon6 \quad |X2-X5| \leq \epsilon7$$

$$|X3-X4| \geq \epsilon8 \quad |X3-X5| \geq \epsilon9$$

$$|X4-X5| \leq \epsilon10$$

$$\varpi=1. \quad N=1 \quad \varpi = (x2+x4)/2 \quad \varpi = (x4+x5)/2.$$

IX. 0000000 1 4 000000.

$$|X1-X2| \geq \epsilon1 \quad |X1-X3| \geq \epsilon2 \quad |X1-X4| \leq \epsilon3 \quad |X1-X5| \geq \epsilon4$$

$$|X2-X3| \leq \epsilon5 \quad |X2-X4| \leq \epsilon6 \quad |X2-X5| \leq \epsilon7$$

$$|X3-X4| \geq \epsilon8 \quad |X3-X5| \leq \epsilon9$$

$$|X4-X5| \geq \epsilon10$$

$$\varpi=1. \quad N=1 \quad \varpi = (x2+x5)/2 \quad \varpi = (x3+x5)/2.$$

X. 0000000 1 5 000000.

$$|X1-X2| \geq \epsilon1 \quad |X1-X3| \geq \epsilon2 \quad |X1-X4| \geq \epsilon3 \quad |X1-X5| \leq \epsilon4$$

$$|X2-X3| \leq \epsilon5 \quad |X2-X4| \leq \epsilon6 \quad |X2-X5| \geq \epsilon7$$

$$|X3-X4| \leq \epsilon8 \quad |X3-X5| \geq \epsilon9$$

$$|X4-X5| \geq \epsilon10$$

$$\varpi=1. \quad N=1 \quad \varpi = (x2+x3)/2 \quad \varpi = (x3+x4)/2.$$

XI. 0000000 2 3 000000.

$$|X1-X2| \geq \epsilon1 \quad |X1-X3| \geq \epsilon2 \quad |X1-X4| \leq \epsilon3 \quad |X1-X5| \leq \epsilon4$$

$$|X2-X3| \leq \epsilon5 \quad |X2-X4| \geq \epsilon6 \quad |X2-X5| \geq \epsilon7$$

$$|X3-X4| \geq \epsilon8 \quad |X3-X5| \geq \epsilon9$$

$$|X4-X5| \leq \epsilon10$$

$$\varpi=1. \quad N=2 \quad \varpi = (x1+x4)/2 \quad \varpi = (x4+x5)/2.$$

XII. 0000000 2 4 000000.

$$|X1-X2| \geq \epsilon1 \quad |X1-X3| \leq \epsilon2 \quad |X1-X4| \geq \epsilon3 \quad |X1-X5| \leq \epsilon4$$

$$|X2-X3| \geq \epsilon5 \quad |X2-X4| \leq \epsilon6 \quad |X2-X5| \geq \epsilon7$$

$$|X3-X4| \geq \epsilon8 \quad |X3-X5| \leq \epsilon9$$

$$|X4-X5| \geq \epsilon10$$

$$\varpi=1. \quad N=2 \quad \varpi = (x1+x3)/2 \quad \varpi = (x1+x5)/2.$$

XIII. 0000000 2 5 000000.

$$|X1-X2| \geq \epsilon1 \quad |X1-X3| \leq \epsilon2 \quad |X1-X4| \leq \epsilon3 \quad |X1-X5| \geq \epsilon4$$

$$|X2-X3| \geq \epsilon5 \quad |X2-X4| \geq \epsilon6 \quad |X2-X5| \leq \epsilon7$$

$$|X3-X4| \leq \epsilon8 \quad |X3-X5| \geq \epsilon9$$

$$|X4-X5| \geq \epsilon10 \quad \varpi=1. \quad N=2 \quad \varpi = (x1+x3)/2 \quad \varpi = (x1+x4)/2.$$

XIV. 0000000 3 4 000000

$$|X1-X2| \leq \epsilon1 \quad |X1-X3| \geq \epsilon2 \quad |X1-X4| \geq \epsilon3 \quad |X1-X5| \leq \epsilon4$$

$$|X2-X3| \geq \epsilon5 \quad |X2-X4| \geq \epsilon6 \quad |X2-X5| \leq \epsilon7$$

$$|X3-X4| \leq \epsilon8 \quad |X3-X5| \geq \epsilon9$$

$$|X4-X5| \geq \epsilon10 \quad \varpi=1. \quad N=3 \quad \varpi = (x1+x2)/2 \quad \varpi = (x1+x5)/2$$

XV. 0000000 3 5 000000.

$$|X1-X2| \leq \epsilon1 \quad |X1-X3| \geq \epsilon2 \quad |X1-X4| \leq \epsilon3 \quad |X1-X5| \geq \epsilon4$$

$$|X2-X3| \geq \epsilon5 \quad |X2-X4| \leq \epsilon6 \quad |X2-X5| \geq \epsilon7$$

$$|X3-X4| \geq \epsilon8 \quad |X3-X5| \leq \epsilon9$$

$$|X4-X5| \geq \epsilon10 \quad \varpi=1. \quad N=3 \quad \varpi = (x1+x2)/2 \quad \varpi = (x1+x4)/2.$$

XVI. 0000000 4 5 000000

$$|X1-X2| \leq \epsilon1 \quad |X1-X3| \leq \epsilon2 \quad |X1-X4| \geq \epsilon3 \quad |X1-X5| \geq \epsilon4$$

$$|X2-X3| \leq \epsilon5 \quad |X2-X4| \leq \epsilon6 \quad |X2-X5| \geq \epsilon7$$

$$|X3-X4| \geq \epsilon8 \quad |X3-X5| \geq \epsilon9$$

$$|X4-X5| \leq \epsilon10 \quad \varpi=1. \quad N=4 \quad \varpi = (x1+x2)/2 \quad \varpi = (x1+x3)/2.$$

000000 000000 000000 00 000000 000000 0000000 (000000). 000 00000000 0000000000 0-0000000. 0 – 0000000 0000000 000000 00000. N- 000000 000000000000 0000000 000000 00000. 0 0000 0000000000 000000 0000000000(0) 0000000000 0000000 0000000000 0000000 0000000 00000000; 0000000 0 00000000.

Классический алгоритм мажоритарного выбора имеет существенный недостаток при практической реализации. Если отказывает большинство каналов, то на выходе будем иметь значения отказавших каналов. Теоретики могут возразить, что такого быть не может, два или три канала сразу не могут отказаться. Да теоретически вероятность очень мала, а практически весьма вероятно. Например, пропало питание на двух или трёх преобразователях, в результате чего достоверная информация перестала поступать. Т.е. хоть физически каналы и исправны (теория права), а фактически достоверная информация перестала поступать в систему. Поэтому для системы автоматического контроля и регулирования эти каналы находятся в отказе. При реализации теоретических идей следует быть очень осторожным: в большинстве случаев, книжные идеи, алгоритмы требуют колоссальных доработок, чтобы системы, использующие их, работали надёжно. Одним из направлений повышения достоверности получаемой с резервных датчиков информации является введение в алгоритм оценку средних значений параметров по каждому каналу в режиме реального времени, а не только контроль текущих значений параметров.

При обрыве текущее значение параметра скачком приближаются к нулю (если на вход клеммно-блочного соединителя АЦП поступают токовые сигналы от нуля до пяти mA или от нуля до 20mA). Если имеем дело с токовым сигналом от 4 до 20 mA, то при обрыве сигнал становится меньше нуля[10].

Классический алгоритм мажоритарного выбора не учитывает среднее значение параметра, поэтому при отказе канала или сбое алгоритм рушится. Ему не за что цепляться. Среднее значение при отказе канала не изменяется и может служить дополнительной точкой для анализа. Если текущее значение параметра осталось близко к своему среднему значению, то считается, что канал исправен. Ложные значения (выброс, провал, обрыв, «замирание») не усредняются. На правильную оценку среднего значения параметра в АСУ ТП обращено внимание в учебном пособии[8]. На рис. 6 представлена структура системы по проверке и наладки модифицированного алгоритма. Такая структура максимально приближает к реальным условиям: имитируются обрывы, выбросы, провалы, систематические и случайные погрешности по каналам. Систематическую погрешность при моделировании можно задавать как постоянной для всего диапазона, так и изменяющейся по определённому закону. Имитировать изменение параметра синхронно вручную по трём каналам затруднительно, поэтому один сигнал распараллеливается на три канала. Этот приём используется и при работе с программой, реализующей алгоритм выбора три из пяти (см.рис.5).

На рис. 5 и рис. 6 этот сигнал выделен жирной линией. После отладки алгоритма и программы можно ввести модель ОУ и контроль параметра брать с выхода модели. Инерционность канала достаточно представить в виде апериодического звена первого

порядка с запаздыванием: $W(p) = \frac{k}{T_p + 1} e^{-p\tau}$. В каждом канале устанавливают

экспоненциальный фильтр: $W(p) = \frac{1}{T_\phi p + 1}$.

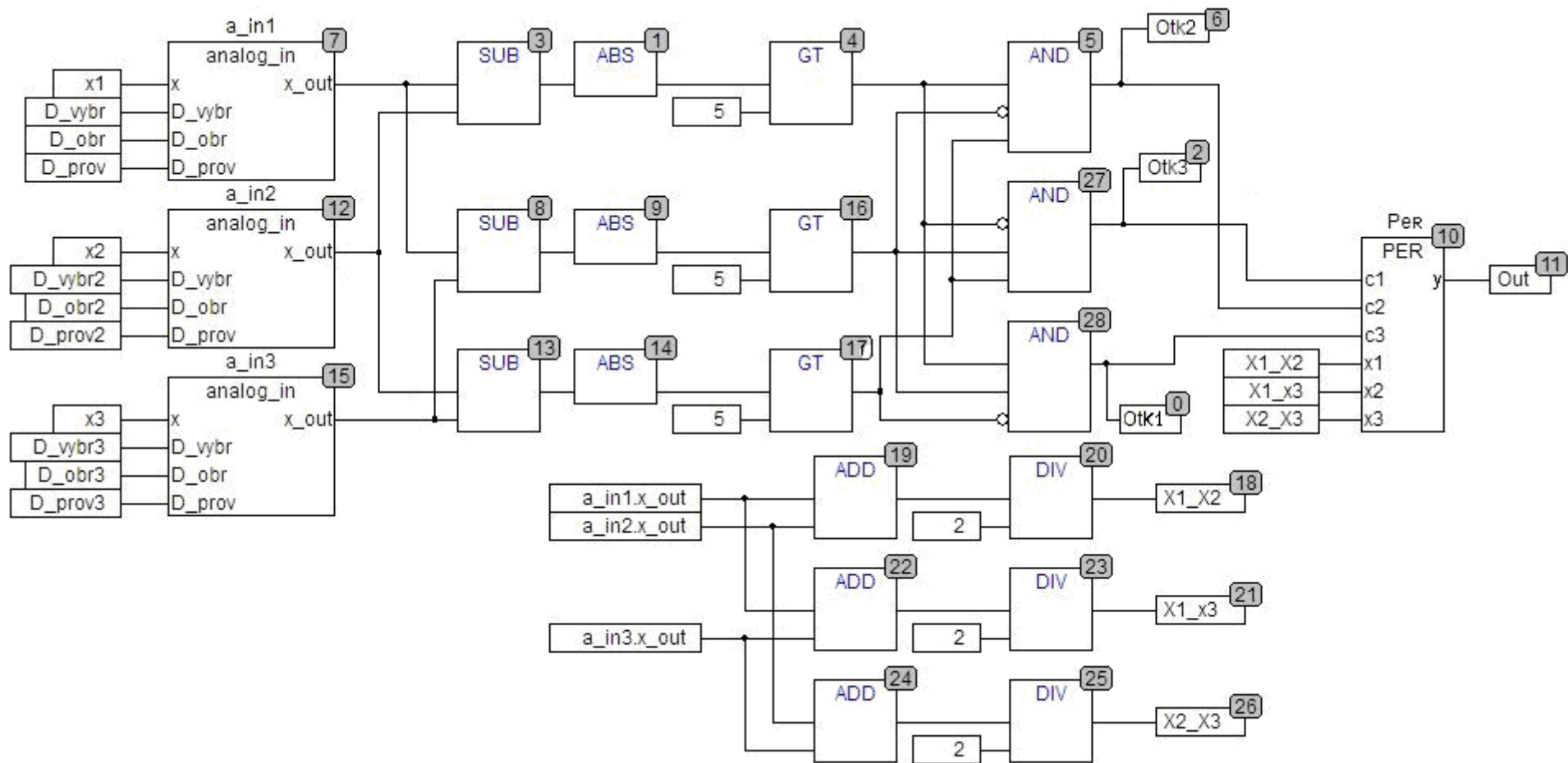


Рисунок 4 Программа мажоритарного выбора два из трёх на языке CFC

OR – логический элемент ИЛИ; AND – логический элемент И; SUB - вычитание из первого входа второй; ABS – модуль значения; GT – больше, возвращает TRUE, если первое значение больше второго; DIV – деление первого значения на второе; PER-переключатель.

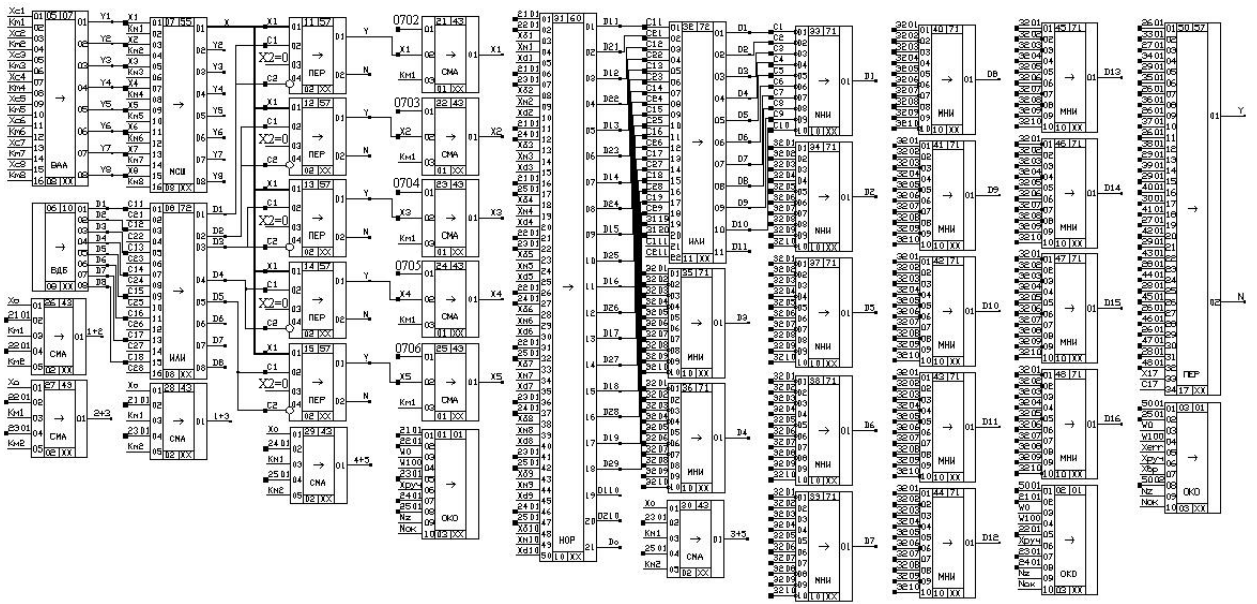


Рисунок 5 Программа мажоритарного выбора 3 из 5

Пояснение обозначений (рис.6). $\Delta X1, \Delta X2, \Delta X3$ -смещение сигнала по каналам. С помощью алгоритма ПЕР(переключатель) имитируются обрывы по каналам. C1, C2, C3 – команды обрыва. X-входной сигнал – имитация изменения контролируемого параметра. Xнг, Xвг – нижняя и верхняя граница смещения сигнала по каналу. Y-основной выход алгоритма мажоритарного выбора. N-номер отказавшего канала. D1, D2, D3 - признаки отказа соответствующего канала. A- общий признак отказа какого-либо канала.

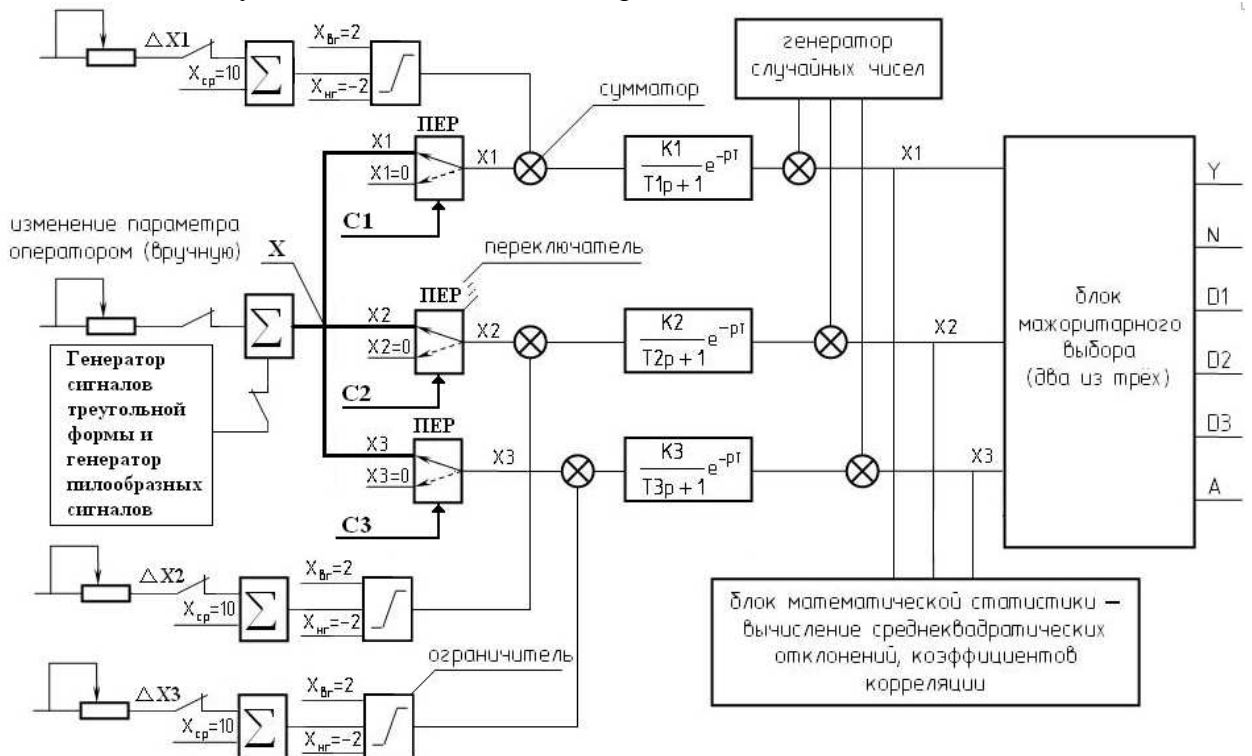


Рисунок 6 Структура имитационного стенда

Чистое запаздывание при моделировании представлено в виде двух членов ряда Пада.

Передаточную функцию звена чистого запаздывания представим в виде ряда Пада 2-го порядка (см. формулу 1):

$$W_z(p) \approx \frac{\tau^2 p^2 - 6 p \tau + 12}{\tau^2 p^2 + 6 p \tau + 12} \quad (1)$$

Поясним принцип перехода от дифференциального уравнения к интегральному на примере дифференциального уравнения второго порядка:

$$T_2^2 \cdot \frac{d^2 y}{dt^2} + T_1 \cdot \frac{dy}{dt} + y = k \cdot x \quad (2)$$

Запишем данное уравнение в следующей форме (старшую производную переносим в левую часть уравнения):

$$\frac{d^2 y}{dt^2} = -\frac{T_1}{T_2^2} \cdot \frac{dy}{dt} - \frac{1}{T_2^2} \cdot y + \frac{k}{T_2^2} \cdot x \quad (3)$$

Методика перехода от дифференциальных уравнений к интегральным подробно изложена в литературе по аналоговым машинам [16-18]. Данное выражение (2) реализуется на Р-130 с помощью 2-х интеграторов и сумматора с масштабируемыми входами (см. Рисунок 7).

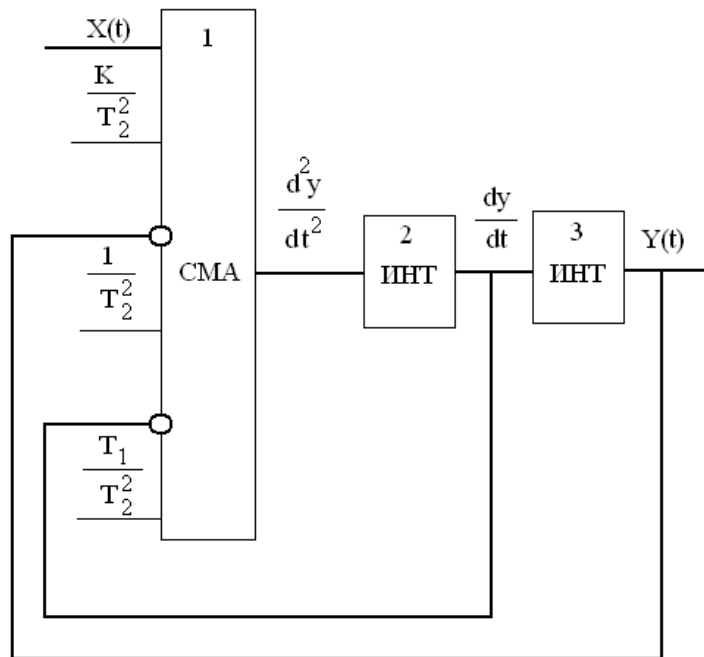


Рисунок 7

Оценка среднего значения производится по рекуррентной формуле $\overline{X}_{2_{k+1}} = \frac{N}{N+1} \cdot \overline{X}_{2_k} + \frac{1}{N+1} X_{2_{k+1}}$ с периодическим обнулением счётчика. Можно использовать скользящее среднее. $\overline{X}_{2_{i+n/2}} = \frac{1}{n} \sum_{k=0}^{n-1} X_{2_{i+k}}$. Если разность текущего значения и среднего близка $|X_{2_i} - \overline{X}_{2_k}| \leq \delta 2$, то параметр в норме. При обрыве $|X_{2_i} - \overline{X}_{2_k}| > \delta 2$. Ещё одной особенностью этого алгоритма является переприсвоение среднего значения исправного канала \overline{X}_1 среднему значению отказавшего \overline{X}_2 . Пока будет выяснение причины отказа второго канала, среднее значение исправного канала

будет присваиваться среднему значению отказавшего канала, т.е. $\overline{X2_k} = \overline{X1_k}$. Когда будет исправлен второй канал, то это слежение прекращается. И среднее значение второго канала будет определяться как обычно, по своим значениям. Благодаря такому приёму в момент включения канала в работу не произойдёт «удара», привязка произойдёт быстро и плавно (безударно). В момент восстановления работы второго канала будут выполняться соотношения: $|X1-X2| \leq \epsilon_1$, $|x1 - \overline{x1}| \leq \delta_1$, $|x2 - \overline{x2}| \leq \delta_2$. Если бы не было слежения, то хранилось бы «старое» среднее по каналу X2 и оно мало вероятно, что соответствовало бы текущему значению, т.к. за время выяснения причины и устранения отказа второго канала значение контролируемого параметра могло существенно измениться. Существенно – это значит больше в несколько раз погрешности измерительного канала. На рис.8 приведена логика выявления отказавших каналов.

Выявление отказавших двух каналов: X1 и X2

1) $|X_1 - X_2| < \epsilon_1$, $|X_1 - X_3| > \epsilon_2$, $|X_2 - X_3| > \epsilon_3$
 $|x1 - \overline{x1}| > \tilde{\epsilon}_1$, $|x2 - \overline{x2}| > \tilde{\epsilon}_2$, $|x3 - \overline{x3}| < \tilde{\epsilon}_3$
 $|V1i| \geq V1_{доп}$ и $|V2i| \geq V2_{доп}$ $\boxed{Y=X3}$
 $D1=D2=1$, $A=1$, $N=1, 2$.

Выявление отказавших двух каналов: X1 и X3

2) $|X_1 - X_2| > \epsilon_1$, $|X_1 - X_3| < \epsilon_2$, $|X_2 - X_3| > \epsilon_3$
 $|x1 - \overline{x1}| > \tilde{\epsilon}_1$, $|x2 - \overline{x2}| < \tilde{\epsilon}_2$, $|x3 - \overline{x3}| > \tilde{\epsilon}_3$
 $|V1i| > V1_{доп}$ и $|V3i| > V3_{доп}$ $\boxed{Y=X2}$
 $D1=D3=1$, $A=1$, $N=1, 3$.

Выявление отказавших двух каналов: X2 и X3

3) $|X_1 - X_2| > \epsilon_1$, $|X_1 - X_3| > \epsilon_2$, $|X_2 - X_3| < \epsilon_3$
 $|x1 - \overline{x1}| < \tilde{\epsilon}_1$, $|x2 - \overline{x2}| > \tilde{\epsilon}_2$, $|x3 - \overline{x3}| > \tilde{\epsilon}_3$
 $|V2i| > V2_{доп}$ и $|V3i| > V3_{доп}$ $\boxed{Y=X1}$
 $D2=D3=1$, $A=1$, $N=2, 3$.

Если отказали три канала,
 то на выходе блока сохраняется
предыдущее значение: $Y(i) = Y(i-1)$

4) Три канала исправны

$|x1 - \overline{x1}| \leq \tilde{\epsilon}_1$, $|x2 - \overline{x2}| \leq \tilde{\epsilon}_2$, $|x3 - \overline{x3}| \leq \tilde{\epsilon}_3$
 $|V1i| \leq V1_{доп}$ | $|V2i| \leq V2_{доп}$
 $|V3i| \leq V3_{доп}$
 $|X_1 - X_2| \leq \epsilon_1$, $|X_1 - X_3| \leq \epsilon_2$, $|X_2 - X_3| \leq \epsilon_3$
 $Y=(X1+X2)/2$, $D1 = D2 = D3 = \langle 0 \rangle$ и $A=0$.

Рисунок 8 Фрагмент алгоритма, повышающего надёжность выбора достоверной информации

Итак, для повышения надёжности определения достоверной информации в алгоритме мажоритарного выбора анализируют отклонения не только между параметрами, но и отклонение значение параметра от своего среднего значения.

Следующим дополнением алгоритма мажоритарного выбора является учёт динамики изменения параметра. Учёт динамики изменения параметра фактически заключается в оценивании текущей скорости изменения параметра и сравнении её с допустимой.

Многие параметры объекта управления связаны между собой законами физики и химии. Такие связи на реальном объекте размыты, т.к. каждый измерительный канал имеет инерционность, запаздывание, случайные погрешности. Поэтому связи между параметрами легче контролировать, используя аппарат математической статистики[4]. Например, идёт только закачка продукта в резервуар, то датчики, контролирующие уровень, должны показывать его рост. В этом случае существует однозначная связь между расходом и уровнем, которая может использоваться для дополнительного контроля исправности датчиков уровня.

Моделирование многоканальных систем позволило выявить недостатки первоначально предложенного алгоритма и наметить варианты его усовершенствования.

Структурная схема, представленная на рис.9 позволяет, не усложняя сам алгоритм выбора, значительно повысить достоверность. Для надёжности выявления отказа канала в каждом канале реализуется алгоритм проверки на достоверность входного сигнала[3].

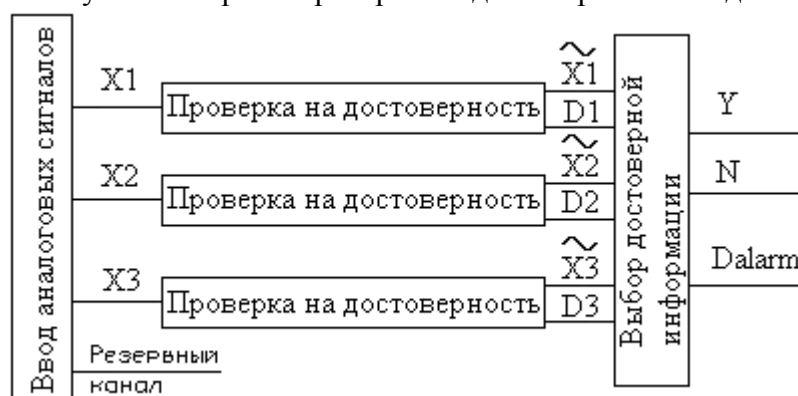


Рисунок 9 Структура блока мажоритарного выбора повышенной надёжности

X_1 , X_2 , X_3 – значения параметров по первому, второму и третьему каналу соответственно до проверки. D_1 , D_2 , D_3 – признак отказа по каналам. \tilde{X}_1 , \tilde{X}_2 , \tilde{X}_3 – значения параметров после проверки на достоверность. Y – достоверное значение параметра на выходе алгоритма (точнее программы). N – номер отказавшего канала или каналов. $Dalarm$ – признак того, что есть отказ канала или каналов. В данном случае алгоритм выбора достоверной информации осуществляет выбор независимо от числа отказавших каналов. Если отказывают два канала из трёх, то осуществляется переключение на исправный канал. Если откажут все три канала, то на выходе блока сохраняется предыдущее достоверное значение измеряемого параметра.

Практическая полезность. После предложенной модификации алгоритма выбора надёжность системы становится не ниже системы с обычным «горячим» резервом, так как достоверная информация сохраняется даже при отказе всех каналов.

Предлагаемый алгоритм достаточно универсален и может быть распространён на большее число каналов. Кроме того, он работает и для двух каналов, где в принципе невозможно использование алгоритма мажоритарного выбора.

Реализация модифицированного алгоритма выбора исправных каналов в АСУ ТП позволит избежать аварийных ситуаций, повысит качество продукции. Предлагаемый подход может быть использован в системах автоматизации или студентами при выполнении лабораторных, курсовых и дипломных работ.

1. IEC 61131-3 Part 3. Programming Languages.
2. Аралбаев Т.З. Теоретические и прикладные аспекты построения адаптивных мажоритарных устройств распознавания образов // Вестник ОГУ.-2002.- №5.-С.131-135.
3. Браганец С.А., Савчиц А.В. Севастьянов Б.Г. Повышение надежности измерительной информации//Промышленные АСУ и контроллеры. 2011. № 2.-с.46-49.
4. Ицкович Э.Л., Трахтенгерц Э.А. Алгоритмы централизованного контроля и управления производством. М.: Советское радио, 1967. 352с.
5. Кутдусов Ф.Х., Рублёв Т.А. Адаптивный мажоритарный элемент в системах автоматического регулирования // электронный научный журнал «Исследовано в России».-2005.-С.1248-1252.
6. Липатов И.Н. Конспект лекций по курсу: Надёжность функционирования автоматизированных систем.- Пермь: 1996.
7. Лысенко И.В., Харчёнко В.С. Оценка живучести многоярусных мажоритарно-резервированных систем, функционирующих в условиях неблагоприятных воздействии импульсной природы // Автоматика и телемеханика №2,1997.

8. Севастьянов Б.Г. Проектирование микропроцессорных систем управления Учебное пособие, Часть II.- ВПИ(филиал) ВолГТУ Волгоград, 2009-196с.
9. Севастьянов Б.Г., Кононов К.С. Исследование интеллектуального блока мажоритарного выбора Двенадцатая межвузовская научно-практическая конференция молодых учёных и студентов май-июнь 2006. Волжский: ВФ МЭИ.-2006.
10. Севастьянов Б.Г. : Реализация дискретных систем на контроллерах. Учебное пособие / Б.Г. Севастьянов. – Волжский: ВПИ г. Волжский, 2011. – с.16.
11. Устройство для контроля принимаемой информации 07.06.1993 г. автор(ы): Бородавко А.В., Корженевский С. В., Турлаков А.П. № документа 01820384.
12. Устройство для мажоритарного выбора асинхронных сигналов 07.06.1993 г. автор(ы): Ткаченко В. А., Тимонькин Г. Н., Дмитров Д. В., Ткаченко С. Н., Харченко В. С., Мощицкий С. С. № документа 01820385.
13. Устройство для мажоритарного выбора сигналов 07.06.1993 г. автор(ы): Чернышов М. А., Бек А. В., Тимонькин Г. Н., Дмитров Д. В., Ткаченко С. Н., Харченко В. С. № документа 01820387.
14. Устройство для мажоритарного выбора сигналов. авторы: Леденев Г.Я.; Федосов А.А. *Номер патента:*2040040, *Класс(ы) патента:*G06F11/18. (Головное конструкторское бюро Научно-производственного объединения "Энергия" им.акад.С.П.Королева).
15. В.Н. Шкляр Надёжность систем управления.-Томский политехнический университет: 2011.- 125 с. ISBN 978-5-98298-873-7.
16. Корн Г. А., Корн Т. М., Электронные аналоговые и аналого-цифровые вычислительные машины, пер. с англ., ч. 1 — 2, М.: 1967.
17. Левин Л., Методы решения технических задач с использованием аналоговых вычислительных машин, пер. с англ., М., 1966
18. Луценко В.А., Финякин Л.Н. Аналоговые вычислительные машины в химии и химической технологии.-М.: Химия., 1979.-248с.

СИСТЕМА АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ СЕРВОПРИВОДОМ СИСТЕМЫ ОТКРЫТИЯ НАПРАВЛЯЮЩЕГО АППАРАТА ГИДРОАГРЕГАТА С ПОВОРОТНО-ЛОПАСТНОЙ ТУРБИНОЙ

С.А. Браганец, А.С. Гольцов.

Волжский политехнический институт (филиал)

Волгоградского государственного технического университета, www.volpi.ru

Одним из важнейших узлов гидроагрегата является система управления открытием НА, позволяющая регулировать мощность гидроагрегата. Основной элемент данной системы – электрогидравлический преобразователь. И от качества управления электрогидравлическим преобразователем напрямую зависит качество управления активной мощностью гидроагрегата.

В существующих системах управления системой открытия направляющего аппарата используются линейные модели главного золотника и сервомотора. Однако золотник и сервомотор обладают существенными нелинейностями. В результате таких допущений снижается качество управления.

Повысить качество управления открытием направляющего аппарата можно с помощью адаптивной системы управления. Суть метода заключается в том, что в цепь обратной связи системы управления включают обучаемую математическую модель процессов перемещения золотника и штока сервопривода. Схема адаптивной системы приведена на рисунке 1.

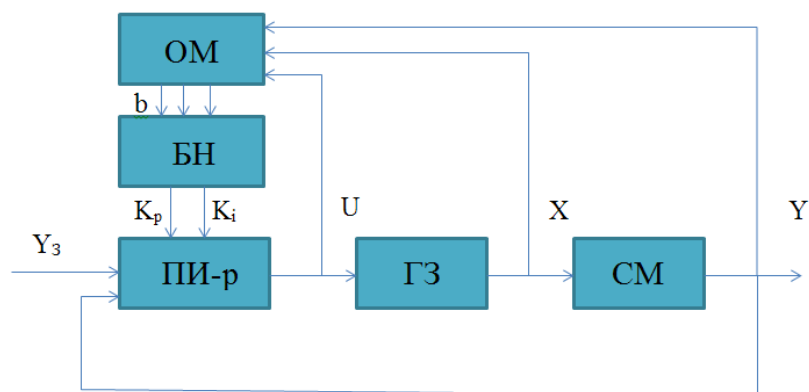


Рисунок 1 - Адаптивная система управления системой открытия направляющего аппарата
 ПИ-р – ПИ-регулятор открытия направляющего аппарата, ГЗ – главный золотник, СМ – сервомотор, Y – перемещение штока сервомотора (открытие направляющего аппарата), Y_z – задание на открытие направляющего аппарата от регулятора активной мощности, X – перемещение главного золотника, U – управляющее воздействие на золотник, b – вектор параметров модели, K_p , K_i – настройки ПИ-регулятора

Математическая модель содержит нелинейные уравнения, описывающие эти процессы, и учитывает неконтролируемые возмущающие воздействия на объект управления[1]. С помощью рекуррентных методов идентификации параметры модели пересчитываются на каждом шаге работы контроллера системы управления и в зависимости от этого пересчитываются коэффициенты регулятора. Таким образом, система учитывает, как и нелинейные эффекты, так и нестационарность системы электрогидравлического преобразователя.

На данном этапе получены модели главного золотника и сервомотора системы открытия направляющего аппарата.

Было проведено исследование ряда альтернативных моделей золотника и сервомотора. Предварительное обучение моделей проводилось одношаговым методом наименьших квадратов. В качестве критерия для идентификации в реальном времени в адаптивной системе управления было выбрано оценивание по методу максимальной апостериорной вероятности (МАВ). Рекуррентный алгоритм оценивания параметров модели получается из решения возникающей при минимизации функционала МАВ двухточечной краевой задачи методом инвариантного погружения[2].

В результате наилучшие результаты были получены для нелинейной модели золотника с учетом силы сопротивления нагрузки. Для сервомотора наилучшие результаты дала нелинейная модель с учетом сил сопротивления нагрузки, а также линейная модель с переменными коэффициентами. Также в ходе исследования подтвердилось, что линейные модели с постоянными коэффициентами не соответствуют реальным процессам, протекающим в системе открытия направляющего аппарата.

Список литературы

1. Методы оптимизации и адаптивного управления в машиностроении / Гольцов А.С. — Волгоград ВПИ (филиал) ВолгГТУ, 2009.
2. Идентификация систем управления / Сейдж Э. П., Мелса Д.Л. — М."Наука", 1974.

АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ ОРОШЕНИЕМ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

А.В. Савчиц, А.А. Силаев, Е.В. Костин.

Волжский политехнический институт (филиал)

Волгоградского государственного технического университета, www.volpi.ru

При создании зеленых насаждений, нужно подумать и о системе орошения. Системы орошения в условиях Волгоградской области значительно облегчат работы по уходу за растениями и помогут сэкономить время. Системы автоматического орошения незаменимы в засушливые периоды, так как важно не только поливать вовремя территорию, но и следить за скоростью полива. Часто системы полива просто необходимо установить, например, на больших по площади участках, с разноплановыми посадками, различными видами газонов и насаждений. Поэтому необходимо обеспечить автоматические режимы орошения территории.

Система автоматического мониторинга и управления орошением зеленых насаждений – это инженерно-технический комплекс, который обеспечивает автоматизированное, бесперебойное и автономное орошение заданных площадей. Автоматический полив имеет следующие преимущества:

- системы полива просты в эксплуатации и очень надежны (детали в них изготавливаются из полимеров);
- в зависимости от того, что требуется поливать, устанавливается расход воды и время полива;
- с помощью датчиков влажности можно определять, когда нужно осуществлять полив (система реагирует на погодные условия, и в дождь полив осуществляться не будет);
- автоматический полив удобен тем, что он экономит средства, электричество и воду;
- угол полива можно установить таким образом, что будут поливаться только необходимые объекты, а не то, что их окружает.

Работа систем орошения зависит от типа форсунок. Роторные форсунки (вода выходит в виде струи, которая движется по кругу) применяют для полива большой территории газонов, там, где нет плотных посадок; они охватывают большой участок (от 8 до 15 м).

Форсунки веерного типа (вода разбрызгивается в разные стороны) обеспечивают деликатное орошение растений, так как напор воды меньше, чем при использовании роторных форсунок. С помощью веерных форсунок поливают цветники.

Системы орошения включают в себя следующие базовые части:

- поливочные головки;
- электромагнитные клапаны;
- устройство управления;
- метеодатчики;
- подземный трубопровод;
- гидророзетки;
- насосную станцию.

Поливочные головки выбирают исходя из размеров участка. Для небольшой территории, в том числе, клумб, подойдут спринклеры веерного типа, а для больших участков (газонов, спортивных площадок) – роторные и импульсные поливочные головки. Поливочные головки находятся под землей, а при подаче давления штоки с форсунками выдвигаются на высоту от 5 до 30 см.

Электромагнитные клапаны также устанавливаются под землей в специальных коробках и нужны для включения и выключения подачи воды в определенную зону

полива с пульта управления. Выбирают и размещают клапаны, учитывая расчет требуемого количества воды и расположение растений.

Устройство управления проектируется на основе промышленного контроллера, который и управляет всей системой по заданным командам. Он подает сигналы электромагнитным клапанам в соответствии с графиком, поочередно включая зоны полива.

Метеодатчики реагируют на осадки или переувлажненность воздуха, поэтому автоматический полив не будет работать в дождь. Можно установить датчики, которые реагируют на понижение температуры или усиление ветра, либо установить своего рода мини-метеостанции, которые соединяют в себе разные виды датчиков.

Подземный трубопровод закладывают на глубине 20-30 см. Трубы делают из ПНД, они бывают разного диаметра.

Гидророзетки (водные розетки, гидранты) устанавливают для быстрого подключения к воде. Их количество и расположение зависит от потребностей полива.

Работы по монтажу систем орошения заключаются в следующем:

прокладка траншей;

монтаж трубопроводов и дождевателей;

монтаж блоков автоматики.

На территории Волжского политехнического института планируется создание данной системы для исследования эффективности системы управления орошением зелёных насаждений в условиях Волгоградской области.

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ПРОИЗВОДСТВА РЕКУПЕРИРОВАННОЙ СЕРЫ НА ОАО «ВОЛЖСКИЙ ОРГСИНТЕЗ»

А.С. Гольцов заведующий кафедрой Волжский Политехнический институт;

Е.Ю. Силаева ассистент Волжский Политехнический институт.

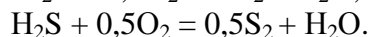
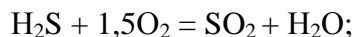
Волжский политехнический институт (филиал)

Волгоградского государственного технического университета, www.volpi.ru

При производстве сероуглерода на ОАО «Волжский Оргсинтез» побочным продуктом является сероводород. Сероводород (H_2S) – это бесцветный, ядовитый газ с резким запахом. Для этого на предприятии организовано производство рекуперации сероводорода в жидкую серу (S_2), которая снова является исходным сырьём для производства сероуглерода. Таким образом, рекуперация серы является важной составной частью производственных процессов на ОАО «Волжский Оргсинтез».

В основе процесса производства рекуперированной серы на ОАО «Волжский Оргсинтез» лежит усовершенствованный метод Клауса, который состоит из двух ступеней: термической и каталитической.

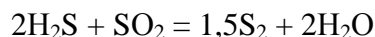
Термическая ступень процесса Клауса протекает в топке котла–утилизатора, где происходит частичное сжигание сероводорода (около 1/3 от подаваемого количества) при недостатке воздуха до двуокиси серы (SO_2) и жидкой серы. Термическая ступень процесса представлена реакциями:



Основным показателем термической ступени стадии рекуперации серы является молярное соотношение H_2S/SO_2 , равное двум.

Каталитическая ступень процесса рекуперации протекает на катализаторе (активированный глинозем или катализатор алюмооксидный для процесса получения серы) в конверторах. Здесь оставшийся сероводород (остальные 2/3 от подаваемого

количества) реагирует с образовавшейся на первом этапе процесса двуокисью серы по реакции:



Контроль и регулирование технологических параметров стадий и узлов производства рекуперированной серы ведется посредством автоматизированной системы управления (АСУТП), на мониторы которой выведены контролируемые параметры, сигнализации по максимальным и минимальным значениям параметров, сигнализации о срабатывании блокировок.

Значение соотношения «воздух : сероводород» зависит от следующих переменных факторов:

- состава, давления и температуры сероводорода;
- давления, температуры и влажности воздуха.

Для осуществления реакции горения сероводорода в топке котла – утилизатора в топку подается воздух в определенном соотношении с сероводородом. Соотношение «воздух: сероводород» должно быть подобрано таким образом, чтобы обеспечить сжигание 1/3 части поданного сероводорода до сернистого газа.

Насколько оптимально подобрано соотношение объема подаваемого воздуха к объему сероводорода, можно судить по результатам анализа состава газового потока после конденсатора серы, а именно по отношению объемной доли сероводорода к объемной доле сернистого газа:

$$R = \frac{\text{объемная доля } \text{H}_2\text{S}, \%}{\text{объемная доля } \text{SO}_2, \%};$$

где R – показатель соотношения.

Оптимальная величина R должна быть равна 2,00, если R более 2,00, то это свидетельствует о недостаточной подаче воздуха на горение, а если R менее 2,00, то это говорит об избытке воздуха.

Для определения оптимального соотношения «сероводород:воздух» рассчитывают теоретическое количество воздуха, которое должно подаваться на стадию рекуперации в зависимости от величины расхода сероводорода. Фактическое значение количества подаваемого воздуха не должно отличаться от теоретического больше чем на 10% и это есть задание на регулятор.

Таким образом, определение оптимального соотношения между сероводородом и воздухом рассчитывается теоретически. Уточнение оптимального соотношения происходит два раза в смену по результатам анализа состава газового потока после конденсатора серы. То есть, система автоматического регулирования обладает большим запаздыванием.

Дальнейшие исследования системы управления процессом производства рекуперированной серы направлены на определение зависимости оптимальных условий протекания реакции Клауса от температуры в котле–утилизаторе. Это должно привести к уменьшению запаздывания и проведения реакции Клауса в оптимальных условиях с учетом переменных факторов.

СИНТЕЗ СТРУЙНОЙ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ РАСХОДА И ТЕМПЕРАТУРЫ

В.В. Корзин

Волжский политехнический институт (филиал)

Волгоградского государственного технического университета, www.volpi.ru

Струйные расходомеры, использующие принцип преобразования расхода в частоту колебаний струйного генератора находят все более широкое применение для измерения

расхода газовых потоков. Для измерения температуры газовых потоков перспективным является струйно-частотный метод измерения, при котором поток с измеряемой температурой проходит через газодинамический преобразователь, формирующий ламинарную струю и струйный генератор частоты, выходной частотный сигнал которого зависит от температуры газового потока.

Частота сигнала определяется измерителем частоты. В системе измеряются и преобразуются в электрические сигналы давление потока и перепад давления на газодинамическом преобразователе. Эти сигналы поступают на вход электронного вычислительного блока, в котором осуществляется вычисление значения текущей температуры. Вычисленное значение температуры отображается на устройстве отображения информации и передается в архив или в систему регулирования.

Известно, что в зависимости от изменения температуры при постоянных значениях давления питания изменяется вязкость и плотность газа и перепад, соответственно изменяется расход, а изменение расхода вызывает изменение частоты колебаний струйного генератора. При максимально допустимом значении температуры для конкретного газодинамического преобразователя расход через него максимален и ядро струи находится в приемном канале и свободный участок струи в камере газодинамического преобразователя полностью поступает в приемный канал и далее в генератор частоты. При понижении температуры сечение перехода ламинарного потока в турбулентный смещается влево, в камеру ГДП и в свободном участке струи возникает турбулизация потока, при этом расход, поступающий в генератор, уменьшается, и уменьшается частота генерации сигнала. Чем более понижается температура потока, тем ближе к выходу питающего канала смещается ядро свободной струи и тем больше ее турбулизация и соответственно меньше расход. В рабочей камере газодинамического преобразователя установлены диффузор и конфузор для устранения завихрений потока на выходе из питающего канала и на входе в приемный канал. Использование подобных устройств для совместного измерения расхода и температуры позволяет уменьшить габариты системы измерения и снизить ее стоимость.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МИКРОКЛИМАТОМ КАБИНЫ ВОДИТЕЛЯ ГОРОДСКОГО АВТОБУСА

В.Н. Платонов, А. А. Гайдуков.

Научные руководители:

д.т.н., профессор А.С. Гольцов, к.т.н., доцент А.П. Кулько
ВПИ (филиал) ВолгГТУ

На российском рынке климатических систем отсутствуют разработчики автоматических систем управления микроклиматом в салоне и кабине водителя коммерческих транспортных средств большого и особо большого класса. Существующие зарубежные аналоги систем автоматического климат-контроля не устанавливаются на отечественные автобусы из-за высокой стоимости и необходимости настройки алгоритмов автоматического управления к тепловым и аэродинамическим характеристикам кузова автобуса.

Температура в кабине определяется теплом, поступающим от фронтальной отопительной установки (ФОУ), а также солнечной энергией извне, проходящей через стеклянные ограждения. В утренние и вечерние часы значения температуры непостоянны по сравнению с дневными, они образуют пики. Ввиду этого расход топлива на обогрев в существующих централизованных системах отопления автобусов не рационален.

Переход на зональную систему регулирования микроклимата позволит получать данные о температуре и других параметрах, необходимых для расчета именно той тепловой мощности, которая необходима в данный момент времени. Для этого

используются средства измерения, преобразователи, микропроцессорные средства обработки информации со встроенным программным обеспечением; учитываются гидравлические и тепловые характеристики органов управления тепловым потоком – радиаторов, клапанов, теплообменников.

Разработанная структурная схема автоматической системы управления отоплением кабины приведена на рисунке.

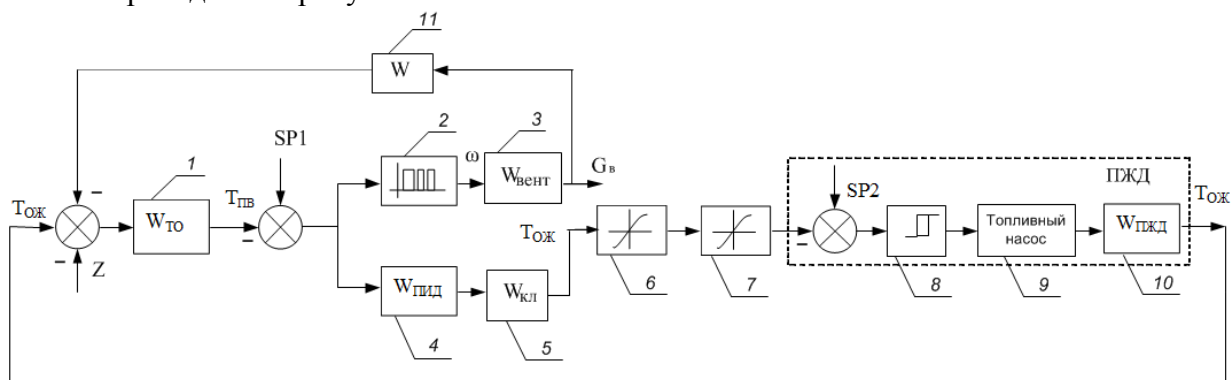


Рисунок - Структурная схема АСУ отоплением кабины водителя автобуса

Объектом управления являются автономный жидкостный подогреватель (ПЖД) 1, вентилятор обдува теплообменников в ФОРУ 3, дросселирующие клапаны 5.

Экономия топлива обеспечивается уменьшением нагрузки генератора на двигатель путем ШИМ регулирования мощности привода вентилятора и поддержанием оптимального баланса температуры воздуха в кабине и рабочей температуры двигателя с помощью дросселирующего клапана, регулирующего подачу нагретой охлаждающей жидкости из рубашки охлаждения двигателя и теплообменника гидромеханической автоматической коробки передач в отопитель кабины. В результате чего, поддерживается благоприятная рабочая температура системы охлаждения двигателя, при которой тепловая мощность автономного ПЖД лучше согласуется с потребностями в тепле кабины автобуса, таким образом, уменьшается частота включения топливного насоса автономного, подающего топливо в камеру сгорания ПЖД.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТРУКТУРЫ ЛИНЕЙНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ПУТЕМ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Л.И. Медведева

Волжский политехнический институт (филиал)

Волгоградского государственного технического университета, www.volpi.ru

Основным технологическим оборудованием в процессе ректификации является ректификационная колонна, которая отличается большим количеством возмущающих воздействий, действующих одновременно, что является чертой многомерного объекта управления. Проблема состоит в трудности учета всех влияющих технологических параметров колонны при составлении ее математической модели. Автоматизация процесса ректификации представляет собой сложную инженерную задачу [1].

Развитие техники позволило использовать современный математический аппарат для описания процессов протекающих в колонне, что составляет новизну данной исследовательской работы. Один из способов математического моделирования – передаточные функции. В отличие от него (при аналоговой вычислительной технике), метод пространства состояний (при цифровой технике) позволяет учитывать несколько возмущающих воздействий и нелинейность объекта управления [2].

Рассматривается автоматизированный процесс производства монометиланилина заданного состава (95 % монометиланилина) методом непрерывной ректификации. В колонне целевым продуктом является кубовый остаток, следовательно, больше требований по качеству регулирования параметров накладывается на низ колонны. В исследуемом технологическом процессе (ректификация заданного состава) самым важным является соблюдение температурных режимов материальных потоков в колонне.

На качество получаемого в процессе производства монометиланилина влияет температура куба ректификационной колонны, которая согласно технологическому регламенту должна поддерживаться в заданном диапазоне (от 130 до 150 °С).

Объектом управления является куб ректификационной колонны. Модель в пространстве состояний, построенная по уравнениям материального и теплового балансов, является трудной математической задачей [3]. Исходя из этого, лучше использовать имитационное моделирование с учетом технологических данных при нормальной эксплуатации объекта. Для этого используется выборка данных в течение 250 минут. Снятие измеренных значений технологических параметров производилось каждую минуту и записывалось в файл архива.

Моделирование производится в среде MathCAD. Операции производятся с матрицами, сформированными путем использования стандартной функции MathCAD READFILE [имя файла]. Таким образом, были сформированы матрицы параметров колонны:

- матрица температуры куба (T_{kub}),
- матрица температуры питания (T_{pit}),
- матрица температуры флегмы (T_{fl}),
- матрица расхода питания (F_{pit}),
- матрица расхода пара в выносном кипятильнике (F_{par}),
- матрица давления пара в выносном кипятильнике (P_{par}),
- матрица расхода дистиллята (F_{dis}),
- матрица уровня в кубе (L_{kub}).

Полученные модели являются моделями авторегрессии — скользящего среднего. Для построения такой модели по серии наблюдений необходимо определить порядок модели, а затем и сами коэффициенты. Для структурной идентификации модели может применяться исследование таких характеристик временного ряда, как его автокорреляционная функция и частная автокорреляционная функция. Для параметрической идентификации модели применяются такие методы, как метод наименьших квадратов и метод максимального правдоподобия [4].

Для определения коэффициентов при технологических параметрах применяется метод наименьших квадратов. Необходимо построить массив данных, объединяющий влияющие на температуру куба, параметры:

$$M1 = P_0 \cup P_1 \cup P_2,$$

где M1 – новый массив данных, сформированный из выбранных для модели параметров колонны; P_0 , P_1 , P_2 – выбранные для модели параметры колонны.

Далее по методу наименьших квадратов находится матрица коэффициентов при матрицах технологических параметров, и записывается математическая зависимость температуры куба от выбранных технологических параметров:

$$A := (M1^T \cdot M1)^{-1} \cdot M1^T \cdot T_{kub};$$

$$TT1 := A_0 \cdot P_0 + A_1 \cdot P_1 + A_2 \cdot P_2, \quad (1)$$

где A – матрица коэффициентов при параметрах в модели, рассчитанные методом наименьших квадратов; TT1 – температура куба, сформированная по модели.

Для математического описания параметра температуры применяется аperiодическое звено первого порядка (рис. 1). Для ввода его строится дополнительная

матрица dT_{kub} . Необходимо для дальнейшего программирования учесть размерность матриц (они должны быть у всех одинаковы). Условие формирования данной матрицы:

$$dT_{kub} := T_{kub_k} - T_{kub_{k-1}}, \quad (2)$$

где dT_{kub} – матрица значений, приращение температуры с последующим измерением; T_{kub_k} – измеренное значение температуры куба на k -ом шаге; $T_{kub_{k-1}}$ – измеренное значение температуры куба на $(k-1)$ -ом шаге.

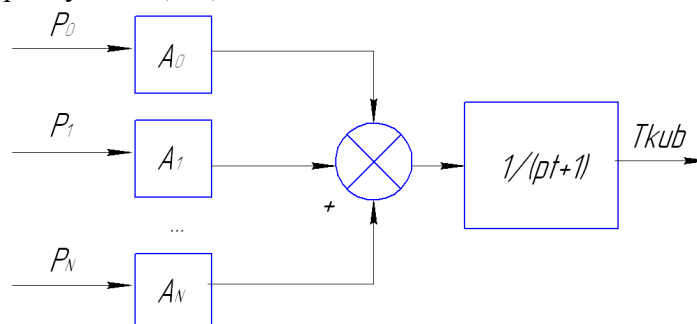


Рисунок 1 – Схема формирования математической модели температуры куба, где $1/(pt+1)$ – блок аperiodического звена первого порядка; P_0, P_1, P_N – выбранные для модели регулируемые, контролируемые параметры колонны; A_0, A_1, A_N – коэффициенты, рассчитанные по методу (1).

Были рассмотрены следующие линейные математические зависимости:

- 1) ТТ1: Температура куба как функция от расхода пара, температуры питания,
- 2) ТТ2: Температура куба как функция от расхода пара, температуры питания, расхода флегмы
- 3) ТТ3: Температура куба как функция от расхода пара, температуры питания, расхода флегмы, температуры флегмы, уровня в кубе,
- 4) ТТ4: Температура куба как функция от температуры питания, расхода питания, расхода флегмы, температуры флегмы,
- 5) ТТ5: Температура куба как функция от температуры питания, расхода питания, температуры флегмы, давление пара.

Исследуемые линейные модели (ТТ1-ТТ5) построены по схеме (рис. 1), проверены на адекватность. Они имеют значительную абсолютную погрешность по сравнению с реальными значениями температуры куба (в переходном процессе до 15°C), что является плохой точностью определения.

Была рассмотрена модель, учитывающая нелинейность объекта управления, а также использовались сразу все технологические параметры ректификационной колонны:

$$TT6 := f(T_{pit}, T_{fl}, P_{par}, F_{fl}, T_{pit}^2, dT_{kub}, F_{par}, L_{kub}, F_{pit})$$

Проведенный анализ по весу, который вносит каждый технологический параметр, показал:

- вес температуры питания = 79.7 %
- вес температуры флегмы = 1.146 %
- вес давления пара = 19.254 %
- вес расхода флегмы = 0.036 %
- вес расхода пара = 0.08 %
- вес уровня в кубе = 0.0083 %
- вес расхода питания = 0.0023 %

Исходя из полученных результатов, была построена модель (3), в которой используются наиболее влияющие параметры на температуру куба – температура питания, давление пара в выносном кипятильнике, расход флегмы. Показатели точности модели ТТ7 сравнимы с точностью модели ТТ6, значит математическая зависимость температуры куба от влияющих на нее параметров колонны описывается:

$$TT7 := A_0 \cdot T_{pit} + A_1 \cdot P_{par} + A_2 \cdot F_{fl} + A_3 \cdot T_{pit}^2 + A_4 \cdot dT_{kub} \quad (3)$$

где $TT7$ – значения температуры куба, рассчитанные по модели семь; A_0, A_1, A_2, A_3, A_4 – коэффициенты, рассчитанные по методу (1).

Полученная модель (3) обладает лучшими показателями по точности по сравнению с моделями $TT1, TT2, TT3, TT4, TT5$ (рис. 2,3). Абсолютная погрешность модели $TT7$ по сравнению с реальными значениями температуры куба показана на рисунке 3.

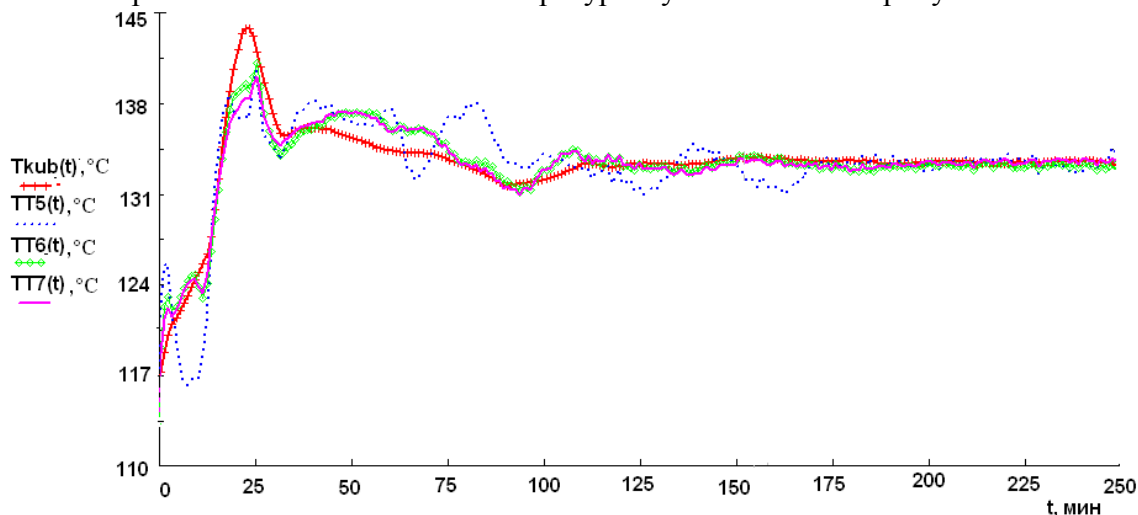


Рисунок 2 –Изменение температуры куба, измеренной и по моделям, во времени где T_{kub} - по измеренным значениям; $TT5, TT6, TT7$ – температура по построенным математическим зависимостям; t – время.

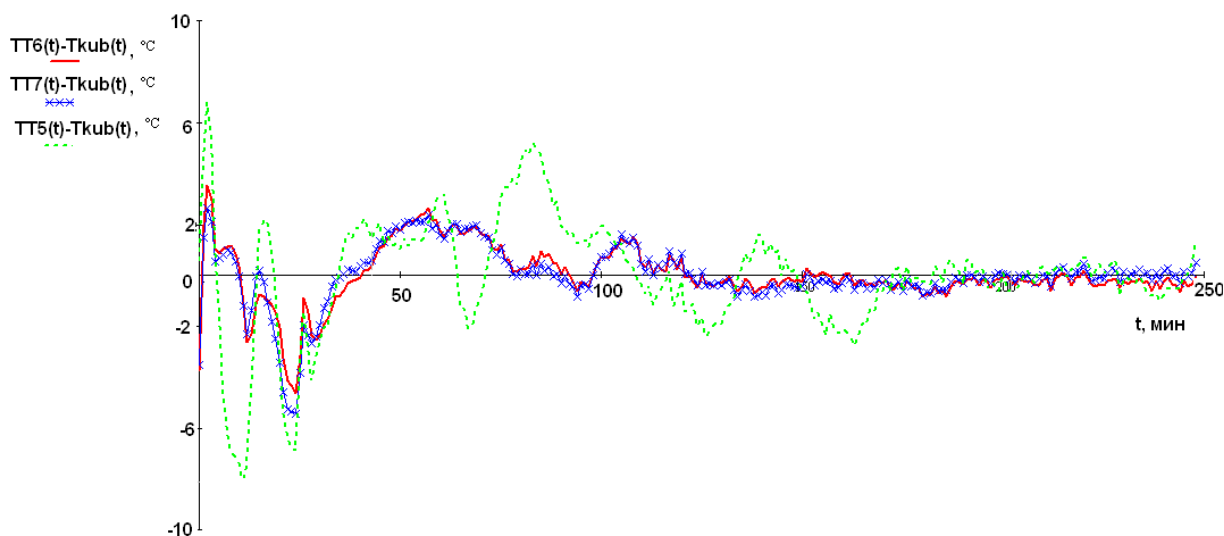


Рисунок 3 – Абсолютные погрешности моделей $TT6, TT7, TT5$ соответственно по сравнению с реальными значениями температуры куба T_{kub} .

Найденная математическая зависимость (3) была проверена на двух других выборках экспериментальных данных. Она показала хорошую точность (максимальное отклонение составляет $0,5^{\circ}\text{C}$ и $1,5^{\circ}\text{C}$) и отслеживание динамики изменения реальной температуры куба колонны (рис. 4, 5).

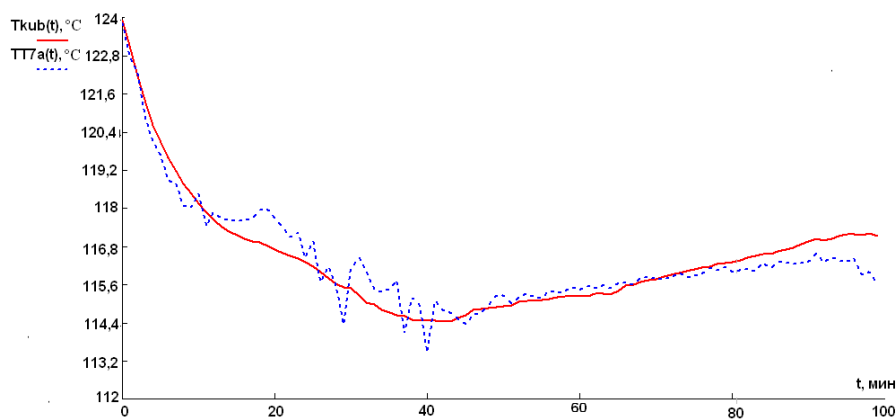


Рисунок 4 – I эксперимент,

где $T_{kub}(t)$ - изменение во времени реальной температуры куба при другой выборке; $TT7a(t)$ - изменение во времени температуры, рассчитанной по уравнению (3) при выборке данных I эксперимента.

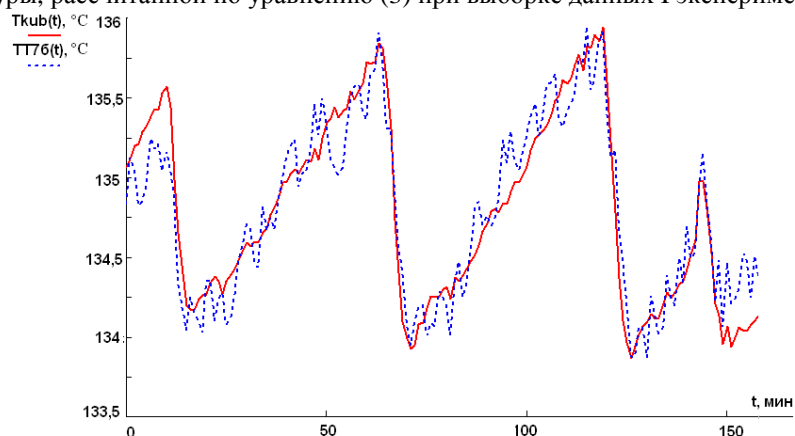


Рисунок 5 – II эксперимент, где $T_{kub}(t)$ - изменение во времени реальной температуры куба при другой выборке; $TT7b(t)$ - изменение во времени температуры, рассчитанной по уравнению (3) при выборке данных II эксперимента.

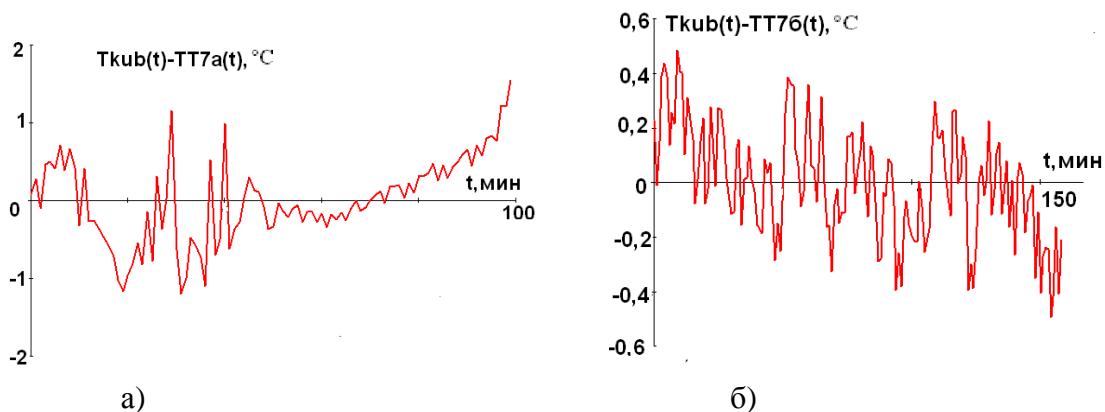


Рисунок 5 – Абсолютные погрешности моделей по сравнению с реальными значениями температуры куба при разных экспериментальных данных, где а) – I эксперимент; б) – II эксперимент.

Таким образом, выбранный метод авторегрессии — скользящего среднего, показывает хорошие показатели при построении математических моделей для ректификационной колонны. Для описания важнейшего параметра — температуры куба были выявлены такие параметры как, температура питания, давление пара в выносном кипятильнике, расход флегмы.

Модель температуры куба является нелинейной, что не позволяет применять классический метод передаточных функций. С использованием современного математического аппарата повысилась точность описания температуры куба колонны.

Зная построенную математическую зависимость описания температуры куба, возможно получить:

- минимизацию потерь теплоносителя (засчет знания влияющих параметров на температуру куба),
- повышения качества продукта на выходе (засчет повышения точности модели, следовательно, уменьшение перерегулирования),
- использование найденных зависимостей для настройки регулятора.

Список используемой литературы:

1. Песков Н.П. «Система оптимального управления ректификацией этаноламинов с использованием математической модели процесса // Современные проблемы науки и образования». – № 6. – 2011 г.
2. И. Н. Татаркин, А. С. Гольцов, М. А. Трушников. Идентификация математической модели энергоблока ТЭЦ // - Научный журнал - Вестник магистратуры. – №4(7). – 2012 г.
3. С. В. Сазонова, Л. И. Медведева, А. С. Гольцов. Математическое описание объекта управления в процессе автоматизации ректификационной колонны // Научный журнал - Вестник магистратуры. - 2012. – №8(11). С. 7-10.
4. Гольцов А. С. Методы оптимизации и адаптивного управления в машиностроении учебное пособие // А. С. Гольцов; ВПИ (филиал) ВолгГТУ. Волгоград, 2009. 168 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПЕРЕГРЕТОГО ПАРА В БАРАБАННОМ КОТЛЕ.

М.А. Трушников, ст. преподаватель каф. ВАЭиВТ,
Волжский политехнический институт (филиал)

Волгоградского государственного технического университета, www.volpi.ru

Котел, как технологический агрегат, является сложным объектом регулирования. Для надежной и экономичной работы котла в нем следует поддерживать (регулировать) множество технологических параметров, в том числе: процесс горения в топке котла, подачу воздуха в топку котла, разрежение в топке котла, уровень воды в барабане котла (питание котла).

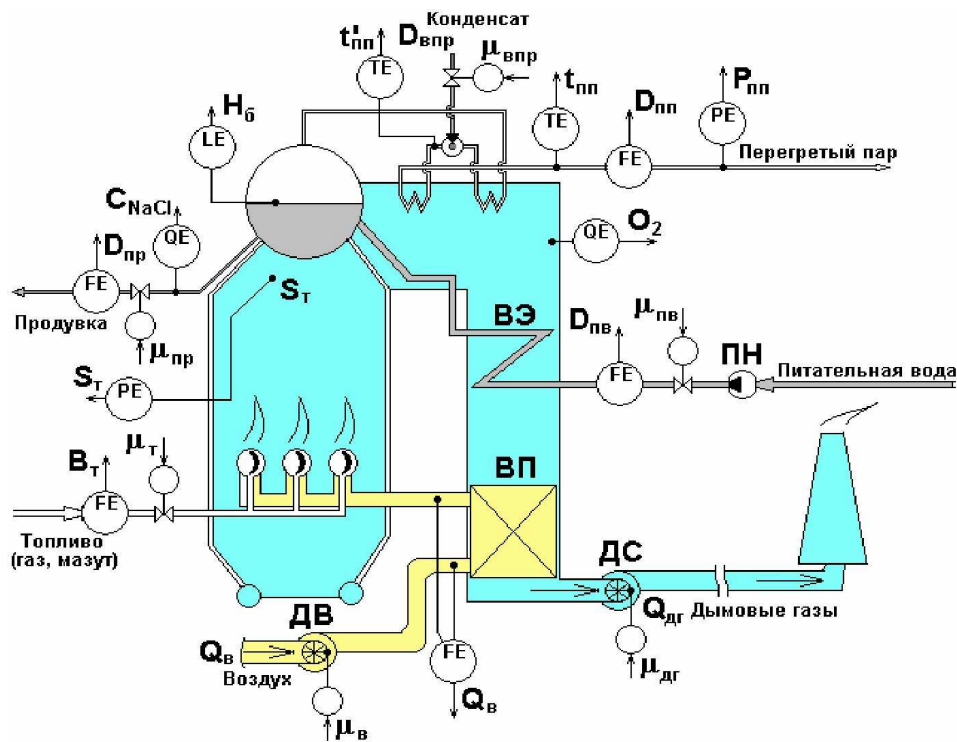


Рисунок 1 – Котел как комплексный объект регулирования

Принято рассматривать отдельно несколько взаимосвязанных контуров управления. В барабанном котле температура пара изменяется вследствие перераспределения тепловосприятия между радиационными и конвективными поверхностями нагрева. Это имеет место при изменениях нагрузки, избытка воздуха и пр. Кроме того, температура пара может отклониться от среднего значения при резком изменении давления, так как соотношение между тепловосприятием и расходом пара при этом меняется.

Основным средством регулирования перегрева служит пароохладитель (поверхностный или впрыскивающий). Изменение степени включения пароохладителя регулируется в зависимости от величины конечной температуры пара t . В качестве опережающего импульса может быть использована скорость изменения температуры пара dt/dx за первой ступенью пароперегревателя.

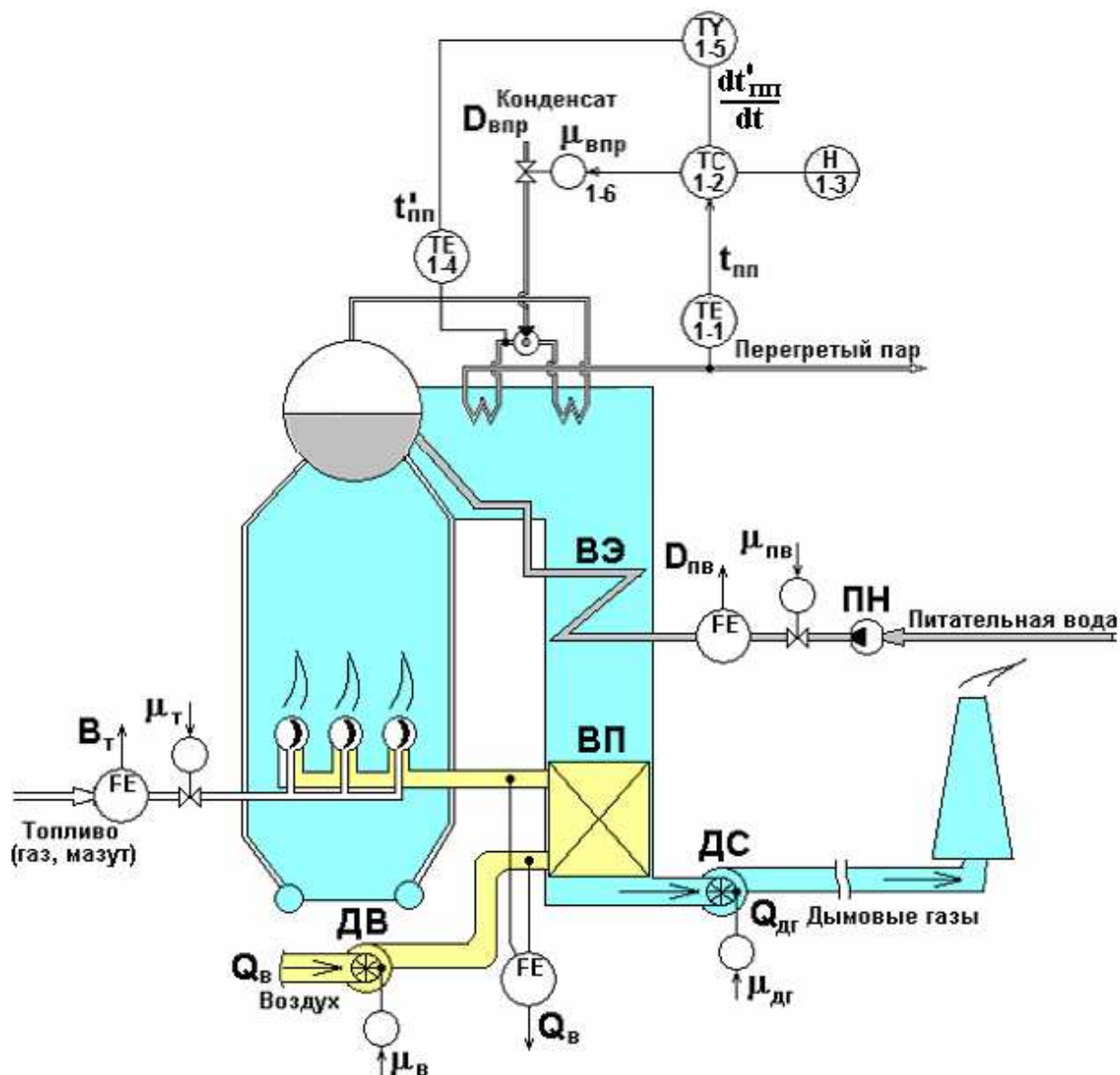


Рисунок 2 - Схема регулирования температуры перегретого пара

В котлах, сжигающих газообразное и жидкое топливо, восстановление нарушенного соотношения удобнее вести путем изменения расхода топлива. Это связано с малой инерцией топки и легким определением по расходомеру степени прироста расхода топлива. Инерция пылеугольных топок (вместе с системой пылеприготовления) больше, поэтому здесь более предпочтительным является регулирование изменением расхода питательной воды. При этом допускается некоторое колебание тепловыделения в топке, если оно мало влияет на величину средней паропроизводительности котельной установки. Таким образом, при таком регулировании расход питательной воды все время следует за расходом топлива. Нарушение соотношения в подаче воды и топлива в котел скажется на конечной температуре пара со значительным запаздыванием (до 10—15 мин при нормальной нагрузке). Поэтому регулирование необходимо вести по опережающим импульсам.

В качестве опережающего импульса используется температура пара за начальной частью пароперегревателя. Время запаздывания при этом обычно не превышает 1—1,5 мин. В немецкой практике в качестве опережающего импульса используют температуру воды за вспомогательной поверхностью нагрева (импульсной трубкой). Эта трубка шунтирует экономайзер так, что расход воды через нее пропорционален общему расходу питательной воды. Обогреваемая часть импульсной трубки обычно располагается на выходе из топки так, чтобы ее тепловосприятие моделировало тепловосприятие котла в

целом. Кроме прямых импульсов, используются косвенные — по расходу пара и скорости изменения давления в котле, измеряющие величину тепловыделения в топке. Инерция этого комплексного импульса меньше, чем в предыдущих случаях.

Регулятор соотношения поддерживает постоянное отношение между величиной тепловыделения в топке и расходом питательной воды. При изменении тепловыделения в топке в зависимости от расхода и скорости прироста давления пара регулятор соотношения изменяет соответствующим образом расход питательной воды. Вследствие значительного запаздывания при таком регулировании дополнительно используются один-два впрыскивающих пароохладителя. Первый впрыск обычно вводится в начале пароперегревателя. Его задача сводится к поддержанию постоянной температуры за собой. Импульсом, по которому ведется регулирование первым впрыском, является скорость изменения температуры пара за впрыскивающим пароохладителем. Второй впрыск устанавливается перед конечной частью пароперегревателя, воспринимающей 40—50 ккал/кг. Этот впрыск должен обеспечить постоянную величину перегрева. Импульсами служат конечная температура пара и скорость изменения температуры пара за впрыском. Применение двух впрыскивающих пароохладителей связано с большей инерцией пароперегревателя.

Степень изменения расхода воды на впрыск будет тем меньшей, чем точнее скорректировано соотношение «топливо — вода» основным регулированием. В целом с помощью указанного способа регулирования удастся достаточно хорошо поддерживать температуру на заданном уровне. Отклонения обычно не превышают ± 5 °С. Регулирование температуры пара у сепараторных прямоточных котлов проводится несколько иначе. В котлах с сепарационно-промывочным устройством поддержанием соотношения «топливо — вода» регулируют температуру пара перед впрыском увлажнения. В качестве опережающего импульса применяют изменения влажности за испарительной поверхностью.

Поддержание необходимой влажности проводится изменением расхода впрыска увлажнения по положению уровня воды в сборнике отделенной влаги. Конечная температура пара регулируется при помощи впрыскивающих пароохладителей, как указывалось выше. Температура пара за вторичным пароперегревателем регулируется одинаково как в барабанных, так и в прямоточных котлах. Регулирование ведут при помощи поверхностного пароохладителя, рециркуляции газов, перепуска части дымовых газов помимо перегревателя. Впрыск для целей регулирования не применяется, так как его использование сильно снижает экономичность цикла. Это объясняется тем, что пар, образующийся из воды впрыска, соответственно снижает расход пара, проходящего через цилиндр высокого давления. Импульсами на регулирование являются температура за вторичным пароперегревателем и скорость изменения температуры пара за первой ступенью.

Существуют три метода регулирования температуры перегрева пара: смешивания, поверхностного охлаждения и изменения теплового воздействия на пароперегреватель. При регулировании температуры перегрева пара смешиванием в пар впрыскивается питательная вода или конденсат (турбины или собственный), либо вводится пар с меньшей энтальпией.

Принцип действия впрыскивающего пароохладителя основан на изменении энтальпии частично перегретого пара за счет теплоты, отбираемой от него на испарение охладителя, впрыскиваемого в паровой тракт пароперегревателя. Регулирование температуры пара при выходе из пароперегревателя осуществляется изменением количества впрыскиваемого охладителя. За счет этого изменяется температура пара при выходе из пароперегревателя.

Впрыскивающие пароохладители устанавливаются в одном из промежуточных сечений пароперегревателя. Стремление получить хорошее качество регулирования температуры пара и обеспечить надежность металла поверхностей нагрева

пароперегревателя привело к применению нескольких впрысков. Чаще всего ограничиваются двумя, так чтобы приращение энтальпии пара в пакете пароперегревателя за впрыском составляло 100-200 кДж/кг. Последний по ходу пара впрыск является основным, регулирующим температуру первичного пара.

На рис.3 приведены схемы регулирования температуры перегрева пара методом смешивания путем впрыска питательной воды (а), забираемой из питательной магистрали, собственного конденсата котла, получаемого из насыщенного пара (б) и конденсата турбины (в), подаваемого на впрыск плунжерным насосом.

Схема впрыска (рис. 3,а) применяется, когда солесодержание питательной воды не превышает нормы, допустимой по условиям работы котла. Получение собственного конденсата на котлах обеспечивается за счет перепада давления между барабаном котла и местами впрыска (рис. 3, б). Часть насыщенного пара из барабана поступает в конденсатор (7), где пар конденсируется за счет отдачи тепла питательной воде после экономайзера. Конденсат стекает в конденсатосборник (8) и поступает на впрыск к регулирующим клапанам (б).

Собственный конденсат содержит меньше солей, чем питательная вода, давление в линии конденсата не зависит от изменения давления на напоре питательного насоса.

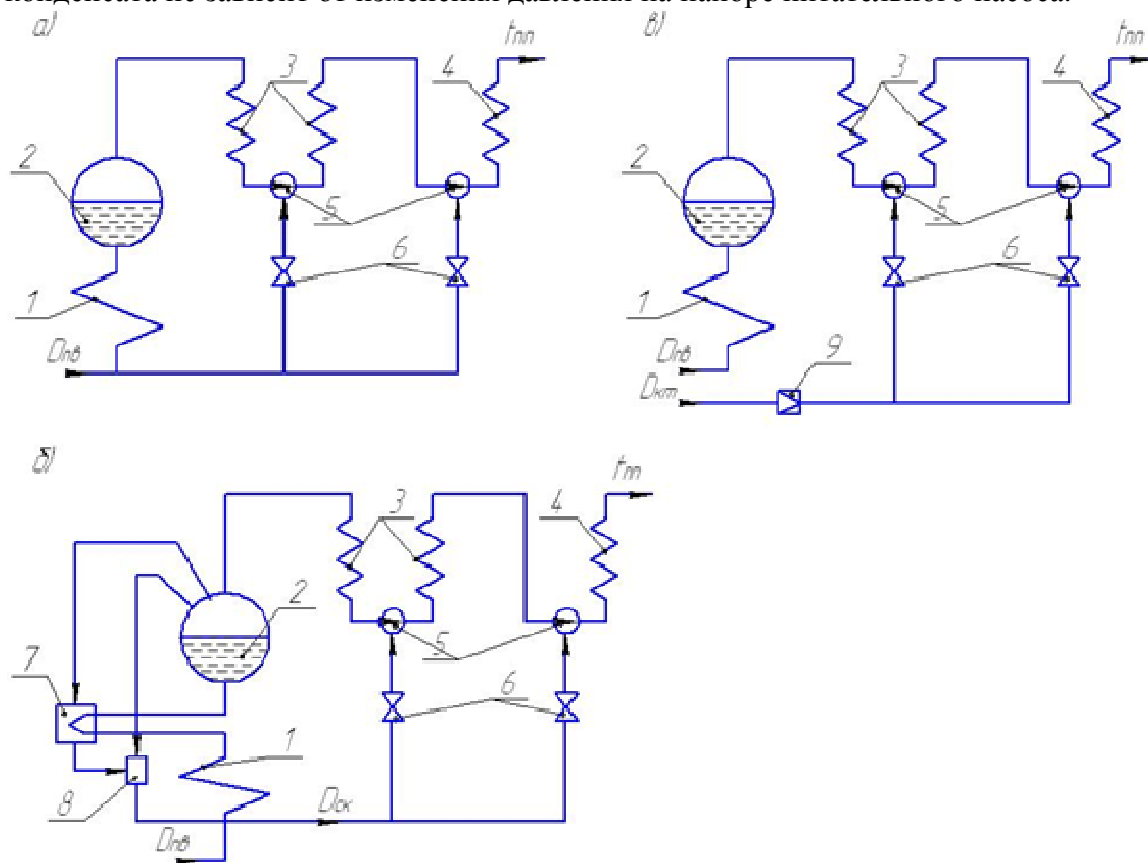


Рисунок 3 - Схемы впрыскивающего пароохлаждения.

1- экономайзер, 2-барабан котла, 3-первая (радиационная) ступень пароперегревателя, 4-вторая (конвективная) ступень пароперегревателя, 5-впрыскивающие пароохладители, 6-регулирующие клапаны впрыска, 7- конденсатор, 8-конденсатосборник, 9-плунжерный насос, Dпв - расход питательной воды, Dск - расход собственного конденсата, Dкт - расход конденсата турбины, tпв – температура перегретого пара.

Благоприятным является фактор саморегулирования температуры при изменении нагрузки котла, в лучших условиях работают регулировочные клапаны, но недостатком этого метода является необходимость создания специальной установки для приготовления собственного конденсата и уменьшение располагаемого перепада давлений на клапане впрыска с уменьшением нагрузки котла. При наличии установок для получения конденсата резервным является впрыск питательной водой.

В целом впрыскивающие пароохладители находят наибольшее применение, т.к. они обладают хорошими динамическими свойствами - практическим отсутствием запаздывания и малой инерционностью в регулировании температуры.

Схема впрыскивающего пароохладителя (рис.3,в) применяется при отсутствии на котлах установки для приготовления собственного конденсата, а также когда использование для впрыска питательной воды недопустимо. Конденсат для впрыска подается к пароохладителям плунжерным насосом (9).

Регулирование температуры перегрева пара путем смешивания пара с различной энтальпией (байпасирование) применяется в основном при промежуточном перегреве пара.

При поверхностном охлаждении (рис. 3,а) регулирование температуры перегрева пара осуществляется количеством воды, подаваемой в поверхностный пароохладитель. Этот метод применяется для регулирования температуры пара в барабанных котлах среднего и высокого давления в тех случаях, когда нельзя использовать для впрыска питательную воду из-за ее повышенного солесодержания, а установки для приготовления собственного конденсата отсутствуют.

Литература

1. Ротач В.Я. Теория автоматического управления теплоэнергетическими процессами.
2. Липатников Г.А., Гужев М.С. Автоматическое регулирование объектов теплоэнергетики
3. Сабанин В.Р., Смирнов Н.И. Рисунки и схемы по дисциплине «теория автоматического управления».

СИНТЕЗ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ПРОДУКЦИОННОЙ МОДЕЛИ

А. Г. Алехин.

Волжский политехнический институт (филиал)

Волгоградского государственного технического университета, www.volpi.ru

Современное промышленное предприятие представляет собой сложную многоуровневую систему. Модуль планирования производства в системах планирования и управления предприятием строится на основе математических моделей процессов на предприятии, от точности которых зависит оптимальность разрабатываемых объемно-календарных планов.

При разработке модуля планирования, нами предложено использовать интеллектуальную систему на основе продукционной модели.

Продукционная модель обладает наглядностью, простотой логического вывода и внесением изменений.

Продукционная модель разработана в среде CLIPS для машиностроительного производства, изготавливающая корпусные детали. При разработке продукционной модели использовались генераторы расписаний, технологические карты на изготовления корпусных деталей, перечень станочного оборудования машиностроительного производства.

Проведенные исследования свидетельствуют о эффективности предлагаемой модели. Позволяет увеличить производительность труда на 10-25 процентов за счет рационального планирования производства, что позволяет снизить себестоимость выпускаемой продукции без существенных материальных затрат.

МОДЕЛИРОВАНИЕ МНОГОЭЛЕМЕНТНОЙ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ В СРЕДЕ MATHCAD

В.И. Капля

Волжский политехнический институт (филиал)

Волгоградского государственного технического университета, www.volpi.ru

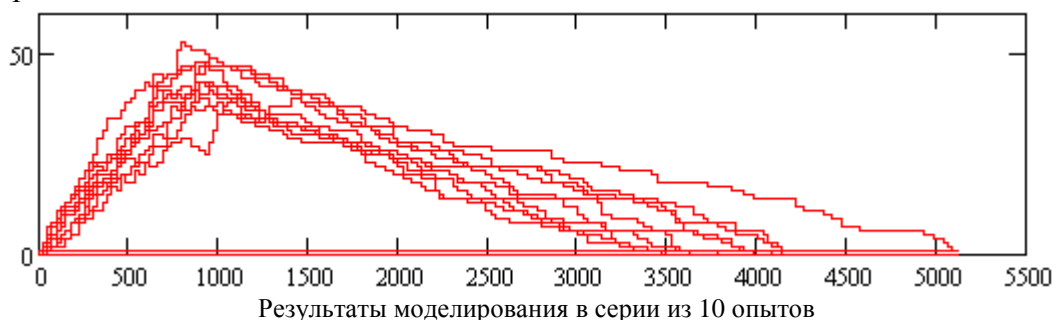
Распределенные системы управления являются сложными системами, функционирование которых связано с множеством случайных факторов, изменяющихся во времени. Конструктивное аналитическое описание таких систем проблематично, поэтому использование процедур имитационного моделирования для выбора параметров управления является оправданным.

Модель распределенной системы управления целесообразно представить в виде динамически взаимодействующих модулей модели:

- *Множество моделей объектов управления*
- *Модель ресурсов управления*
- *Модель возмущающих факторов*
- *Модель автономного модуля управления*
- *Связи автономных модулей управления*
- *Модель центральной системы управления*
- *Целевые критерии управления*
- *Множество правил управления*

Каждый из перечисленных модулей целесообразно представить в виде процедуры в среде моделирования MathCad. Временная динамика системы должна содержать два вида временных отсчетов: **расписание событий в системе и равномерную временную сетку**. Расписание событий формируется в процессе моделирования и имеет целью исключение пропуска событий, разделенных во времени на интервал, меньший шага равномерной временной сетки. Назначение равномерной временной сетки состоит в периодическом обновлении параметров состояния системы в соответствии с изменениями системных и случайных факторов.

Изложенная методика моделирования была применена к сложной системе массового обслуживания, работающей в прерывистом режиме. На приведенном ниже графике показано изменение целевого параметра в серии результатов имитационного моделирования.



Среда моделирования MathCad позволяет эффективно реализовать все модули описанной методики моделирования и наглядно представить результаты моделирования.